

(B) DDC. 22, 112 11568

MINISTÈRE DE LA COOPÉRATION

HYDROLOGIE DU DELTA DU SÉNÉGAL

(Rive gauche du fleuve)

Campagne 1964 sur le Marigot Lampsar

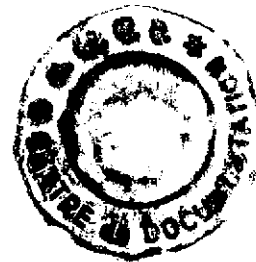
et

Rapport de synthèse sur l'Hydrologie

et le

Fonctionnement Hydraulique des Périmètres

Textes et Tableaux



SOCIÉTÉ GRENOBLOISE



D'ÉTUDES ET
D'APPLICATIONS
HYDRAULIQUES

GRENOBLE - FRANCE

R. 8985 A

PIÈCE 1

TABLE DES MATIERES

PREAMBULE	1
I. DOCUMENTS DE BASE DE L'ETUDE	3
1. Documents généraux	3
2. Documents particuliers et équipement hydrologique	3
3. Considération sur certaines particularités de l'étude	4
II. DESCRIPTION DU DELTA - MORPHOLOGIE -	6
1. Généralités	6
2. Réseau hydrographique actuel	8
. Artère GOROM-LAMPSAR-KASSAK	9
. Marigots DJEUSS et RHAD	10
. Marigots secondaires	11
3. Aménagement du delta en 1964	11
III. HYDROLOGIE DU FLEUVE SENEGAL - CRUE 1964	13
IV. SCHEMA GENERAL DE L'HYDROLOGIE DU DELTA	15
1. Généralités	15
2. Réseau d'alimentation	16
3. Réseaux de drainage	17
4. Périmètres d'irrigation	18
V. REFERENCES DE BASE DES CALCULS	19
1. Volumes d'eau	19
2. Organisation de l'irrigation	22

VI. ETUDE PARTICULIERE DES PERIMETRES	24
Considérations générales	24
1. Périmètre des DJTULEUSS	28
a) Description	28
b) Schéma d'exploitation théorique	29
c) Réseau de drainage	30
d) Exploitation 1964 (Rapport MAURICE, donné en annexe)	31
2. Périmètre de BOUNDOUM NORD	32
a) Description	32
b) Schéma d'exploitation théorique	32
c) Réseau de drainage	33
d) Exploitation 1964 (Rapport MAURICE)	34
3. Périmètre du DJOUDJ	37
a) Description	37
b) Schéma d'exploitation théorique	38
. Ouvrage de CAÏLIANS	38
. Ouvrage de DJOUDJ	39
c) Réseau de drainage	39
d) Exploitation 1964 (Rapport MAURICE)	40
4. Périmètre de DJEUSS rive droite	45
5. Autres périmètres rive droite du DJEUSS	46
6. Périmètres dépendant de l'artère GOROM-LAMPSAR	46
Ouvrage de RONQ	46
1) Cuvette de DIMBAR	47
2) Périmètre des KASSAK NORD et SUD	47
. Description	47
. Schéma d'exploitation	48
. Réseau de drainage	48
. Campagne hydrologique 1964 (Rapport MAURICE)	49
3) Périmètre de TEHEL Grande Digue	50
4) Périmètre de BOUNDOUM OUEST	51
. Description - Exploitation	51
. Réseau de drainage	52
. Campagne hydrologique	52

5) Périmètre de KRANKAYLE	52
6) Périmètre du DJEUSS Rive gauche	53
7) Périmètre de la vallée du LAMPSAR	53
7. PERIMETRES INDEPENDANTS DES OUVRAGES DE LA DIGUE DE CEINTURE	54
. Généralités	54
1. Périmètre du DIOVOL	55
2. Périmètre du N'DIAEL-MENGAYE	55
VII. ETUDE PARTICULIERE DU GOROM-LAMPSAR	56
1. DESCRIPTION	56
a) Généralités	56
b) Profils en travers	58
c) Profil en long	58
d) Ouvrages	59
2. ETUDE HYDROLOGIQUE	59
a) Equipement	59
b) Calculs	60
. Considérations générales - coefficient de Manning	60
. Méthode PAVLOVSKY	62
. Conclusion - application - projet DUBOIS -	66
c) Campagne hydrologique 1964 (Rapport MAURICE)	67
VIII. ARTERES PRINCIPALES DU RESEAU DE DRAINAGE	70
1. ARTERE N'DIAEL MENGAYE	70
2. ARTERE DU DJEUSS	71
IX. INCIDENCE DE LA MISE EN VALEUR DU DELTA RIVE GAUCHE SUR LA RESERVE D'EAU DE SAINT-LOUIS	72
CONCLUSION	74
TABLEAUX : FONCTIONNEMENT DES PRINCIPAUX OUVRAGES RESULTAT DES PRINCIPAUX JAUGEAGES	76

PREAMBULE

Le but de ce rapport était à l'origine une synthèse de l'hydrologie du delta du SENEGAL :

- Hydrologie à l'état pur, soit observations, descriptions, commentaires et contrôle mathématique du mouvement des eaux dans cet ensemble géographique.

Une digue semipériphérique, dite de ceinture, a clos le delta en 1964. Le mouvement des eaux à l'intérieur, obtenu par manègement des ouvrages incorporés dans cette digue, devient alors artificiel.

Le fait hydrologique pur n'existe plus, et on ne saurait observer ce qui n'est pas. La seule solution était de construire une hydrologie nouvelle, adaptée aux possibilités des créations artificielles et guidée par le réseau hydrographique naturel ; elle sera conçue pour prévoir, avec le meilleur rendement, la mise en valeur du delta.

La synthèse d'hydrologie devient une synthèse d'hydraulique conçue dans un but précis.

Il convient de remarquer que ce glissement du concept initial ne présente que des avantages. La digue de ceinture a fermé, avec le delta rive gauche, la voie des incertitudes dans le choix d'une solution d'ensemble. Nous espérons que cette synthèse pratique permettra sans tâtonnement d'envisager des solutions aux problèmes intérieurs de détail.

Le lecteur ne devra donc pas non plus, s'étonner d'une structure assez lâche, non dans l'argumentation et l'interprétation, mais dans le fini et l'aspect scientifique des résultats.



Les éléments de base de l'étude ne sont pas d'une précision rigoureuse :

- . pour la topographie, une seule carte au 1/50 000, avec des courbes de niveau tous les 50 centimètres et des bornes de nivellement, dont la précision est sujette à caution -
- . profils en long des marigots aux ultra-sons -
- . voies d'accès difficiles et par suite, observations non contrôlées -
- . incertitude sur la qualité des écoulements, conséquence de manèvements de vannes répétés, contrôlés pour la riziculture et non pour les études -

etc, etc ...

Nous n'avons pas voulu commettre l'erreur de conduire une multiplication à plusieurs décimales avec des chiffres d'unité incertains.

Nos résultats seront précis à la mesure de la précision de leurs origines. Par contre, ils seront honnêtes et leur imprécision relative restera toujours dans les limites imposées par le but pratique poursuivi.

Dans le même ordre d'idée, nous emploierons souvent les locutions " cas limites ", " limites de possibilités ". Nous voulons dire par là, qu'il serait dangereux d'accepter les solutions qu'ils impliquent, sans appuyer de valeurs ces affirmations ; nous nous refusons de citer des chiffres dont nous ne sommes pas certains.

Nous nous excusons également de répétitions de termes et de nombreuses redites d'idées déjà exprimées.

Les matières de cette synthèse sont si complexes et étendues, que nous avons voulu éviter aux lecteurs de revenir aux chapitres généraux pour la compréhension de certains paragraphes des textes particuliers.

Remarque - Nous signalons que toutes les cotes pouvant figurer dans ce rapport, sont des cotes IGN.

Chapitre I

DOCUMENTS DE BASE DE L'ETUDE

-

1. DOCUMENTS GENEERAUX

Cette synthèse repose presque exclusivement sur des documents MAS, mis gracieusement et largement à notre disposition.

Une partie de ces documents avait été exploitée dans le rapport DAVIN pour l'étude du remplissage de la cuvette N'DIAEL et MENGAYE et dans le rapport DUBOIS pour l'exploitation rizicole de 30 000 ha du delta ; nous reparlerons de ce dernier rapport.

2. DOCUMENTS PARTICULIERS ET EQUIPEMENT HYDROLOGIQUE

Ils concernent l'étude particulière des incidences de la crue 1964 du SENEGAL sur l'hydrologie intérieure du delta. Pour cette campagne hydrologique, menée par le BCEOM avec ses propres moyens et les moyens MAS, il a été installé 42 échelles de crues et 3 limnigraphes complétant les 7 échelles et 2 limnigraphes, primitifs.

Ces différents appareils furent rationnellement exploités et la campagne hydrologique achevée par une série de jaugeages.

Les résultats de cette campagne sont présentés, résumés et commentés dans la synthèse provisoire de M. MAURICE qui arrête ses observations à la date du 27 Novembre 1964. Nous les avons poursuivies jusqu'en fin Janvier 1965 avec les mêmes équipes et les moyens que la MAS avait obligeamment laissés à notre disposition.

La SOGREAH était chargée de l'étude particulière du LAMPSAR. 3 limnigraphes et 15 échelles ont été installés dans ce but. Une campagne de jaugeages et des profils en travers complèteront les éléments indispensables de l'étude.

Enfin, trois séries de photos aériennes verticales, une ancienne prise en saison sèche, une réalisée aux 3/4 de la submersion, l'autre au maximum du remplissage contrôlé des cuvettes, permettent de suivre les aspects essentiels de l'inondation du delta dans des conditions d'exploitation normales ou du moins celles prévues dans le rapport de M. DUBOIS.

3. CONSIDERATIONS SUR CERTAINES PARTICULARITES DE L'ETUDE

L'équipement conséquent mis en place a permis une étude sérieuse et suivie.

Si en hydrologie, le plus n'est pas, en théorie, l'ennemi du bien, il le devient dans la pratique. Un équipement plus complet se serait heurté à des difficultés matérielles de surveillance et d'exploitation telles que la qualité en aurait souffert.

Par ailleurs, une étude plus approfondie des écoulements superficiels reposerait, lors de l'interprétation mathématique, sur des éléments qui, nous l'avons noté et en reparlerons, sont incertains. Ce serait un leurre de leur attribuer une valeur qu'ils ne sauraient avoir.

La répartition hydrographique et géographique des études entre des organismes différents aurait pu apporter des difficultés. L'étroite collaboration et aide mutuelle entre les représentants des organismes en question supprima toutes ces difficultés.

Par contre, l'étude du LAMPSAR souffrit de notre arrivée tardive. La montée de la crue échappa aux observations suivies. Nous en avons été réduits à employer des moyens détournés (crues artificielles) qui ne purent parvenir à réaliser l'amplitude du régime naturel et n'ont pu permettre que d'effleurer le problème essentiel de l'arrivée de l'onde de crue.

Il est également à déplorer l'impossible coordination du manie-
ment des ouvrages qui commandent l'hydrologie du delta. Trois autorités au moins en disposaient, et si par bonne volonté de leur part on pouvait arriver à une certaine coordination, entraient en jeu des impératifs agricoles la réduisant à néant. Il n'est pas jusqu'à des ouvertures ou fermetures clandestines qui faussaient les résultats des efforts de coopération.

Nos prédécesseurs s'étaient heurtés aux mêmes difficultés ; encore, n'y avait-il que 4 ou 5 ouvrages à la date de leurs études ; il en existe aujourd'hui plus de 16.

En conséquence de ces difficultés de réaliser un écoulement non perturbé ou du moins dont les perturbations auraient pu être suivies et dirigées, la résolution des problèmes a été parfois inversée. Les études théoriques n'ont pas suivi les observations pratiques, mais les ont parfois précédées. La coïncidence des résultats de la théorie avec ceux d'un groupe d'observations, représentant un état stable de l'écoulement, a permis de conclure à la validité des premiers.

Il va sans dire qu'une telle méthode rendue obligatoire par les circonstances a complexé les calculs qui n'ont été que de tâtonnements successifs par variation des coefficients pour essayer d'obtenir la coïncidence indispensable avec la pratique.

oOo



Chapitre II

DESCRIPTION DU DELTA - MORPHOLOGIE

-

1. GENERALITES

(Voir pièce A et graphique B)

La littérature est abondante sur ce thème ; nous n'allons pas la répéter, ni la citer, mais en dégager l'essentiel pour la compréhension du texte, sans perdre de vue le but essentiellement pratique de cette synthèse.

L'ensemble géographique, communément désigné sous l'appellation "delta du SENE GAL", s'étire sur les deux rives du fleuve de l'embouchure au kilomètre 144 (Richard TOLL), sa largeur moyenne est de 60 km.

L'ensemble couvre environ 4400 km² et le delta rive gauche, le seul qui nous intéresse dans cette étude, 2750 km².

La partie tombant dans le domaine de l'irrigation et par suite de l'hydraulique s'étend sur 1100 km², reprise en détail dans les chapitres ultérieurs.

L'essentiel de cette zone irrigable est situé entre le fleuve SENE GAL et la route SAINT-LOUIS - ROSSO .Au Sud de cette route existent les dépressions intéressantes du N'DIAEL et de MENGAYE. Elles seront traitées avec brièveté dans la synthèse ; leur alimentation ne pouvant être en pratique , assurée qu'indépendamment du réseau hydrologique du delta proprement dit.

Ce delta, d'après la littérature technique, proviendrait de la rupture d'un système Dunkerquien. Il aurait eu alors l'image d'un delta classique avec ses digitations rectilignes dans leur allure générale et bien orientées. L'image de cet ancien delta laisse des traces visibles sur les photos aériennes à l'infrarouge, surtout dans la région de THIAGAR et OUASSOUL.

La formation d'un cordon littoral de dunes a éteint toute vie hydraulique propre de ces digitations. L'émissaire principal, le SENEGAL, s'est infléchi vers le Sud pour chercher un point faible de ce cordon littoral qu'il a rompu, et rompt encore, dans un secteur de plus en plus limité, d'où l'instabilité relative de cette embouchure qui de delta est devenue estuaire.

Dans ce mouvement vers le Sud, le SENEGAL a capté tous les bras rive gauche réduits à n'être que des shuntages de l'émissaire principal.

La formation de bourrelets de berge qui ont peu à peu engorgé les bouches amonts de ces marigots sur le SENEGAL (nous les nommerons dorénavant par cette appellation africaine) réduit leur activité hydraulique. L'action érosive de l'écoulement s'est atténuée, puis interrompue.

Parallèlement, les confluent aval ont été protégés. Au delà du point d'infléchissement vers le Sud, le SENEGAL devient un fleuve neuf. Il est soumis de plus en plus à l'action des marées et le batillage y est favorisé par l'exposition ; les bourrelets de berge diminuent de hauteur pour ensuite disparaître. Les bouches aval des marigots sont restées intactes et ce qui était sortie devient accès. Ces accès n'ayant de débouchés que sur des cuvettes, il s'est établi un processus de comblement.

Depuis une centaine d'années, l'homme a précipité ce mouvement en obturant les seuls marigots vivants du delta et ne leur rendant qu'une vie partielle et limitée.

Il est fort probable d'ailleurs, que des phénomènes autres que le simple processus de comblement ou d'arrêt de l'érosion ont donné au delta son aspect actuel.

L'incroyable lacs de marigots à différents étages apparaissant grâce aux photos aériennes, en même temps que la disposition et la morphologie de ceux actuels, semble indiquer des mouvements du niveau moyen de l'Océan, qui aurait permis, à leur époque, l'établissements de plusieurs systèmes d'écoulements privilégiés.

Entre le fleuve et la route de SAINT-LOUIS à ROSSO, ce delta mort se présente avec l'allure générale d'une plaine dont le niveau moyen descendrait de 2,5 au Nord-Est à 0,9 au Sud-Ouest.

De cette plaine, surgissent des témoins du Dunkerquien qui seraient un îlot au centre du DJOUJ et les collines de RONE, MAREYE, MAKADIA, BESSETE, SAVOIGNE.

Le niveau moyen de cette plaine est rompu par des dépressions caractérisées telles que le DJOUJ, BOUNDOUN-OUEST, KASSAK NORD et SUD.

D'autres, moins nettes, sembleraient provenir d'une colmatation non achevée d'un lacs de marigots jointifs ou croisés, tels que DJEULEUSS-NORD, l'Est de DJEUSS, une partie du KASSAK-SUD, KRANKAYLE, le lit moyen du LAMPSAR et ses appendices, GRANDE-DIGUE etc ...

D'autres enfin, auraient une double origine, soit DIAMBAR, BOUNDOUM-NORD, DJEUSS à l'Ouest, etc ...

Les dépressions énumérées ci-dessus sont cloisonnées par des marigots vivants ou morts, et seront étudiées dans le chapitre suivant.

Les bourrelets de berge de ces marigots forment un endiguement grossier et souvent rompu, mais topographiquement valable de ces dépressions qui deviennent ainsi autant de périmètres naturels d'exploitation du delta.

Le niveau moyen de ces bourrelets descend dans le delta de l'Est en Ouest de 2,8m à 1,5m. En pratique, pour simplifier le problème, on sépare ces périmètres en deux groupes : les uns à bourrelets supérieurs à 2m, les autres supérieurs à 1,50m.

On peut noter que l'évolution décrite pour l'ensemble du delta s'est répétée localement à l'échelle réduite des périmètres.

Remarque importante

La digue semi-périphérique et les ouvrages inclus construits en 1964, rompt l'évolution naturelle. Les ouvrages ont dégagé les accès de marigots en voie de colmatage et réouvert des marigots morts. Non dirigée, la nouvelle hydrologie ainsi créée transformerait profondément la physionomie du delta. Le but propre de ce rapport de synthèse est de la composer pour qu'elle suive au plus près la direction que naturellement les eaux auraient empruntée tout en permettant de satisfaire aux besoins de la mise en valeur .

2. RESEAU HYDROGRAPHIQUE ACTUEL

Cette étude se limitera aux marigots qui cloisonnent le delta et qui d'une part sont les plus importants, et d'autre part auront un rôle à jouer dans la synthèse hydrologique.

Artère GOROM-LAMPSAR - KASSAK

L'unique artère du delta qui était restée vivace (et par vivace j'entends une circulation d'eau pérenne ou interrompue aux seuls étiages) et celle dont l'origine est à l'amont de RONQ et appelée GOROM.

A BOUNDOUM, le Gorom se divise en deux : une branche droite qui continue à porter le même nom et se dirigeant vers l'Ouest rejoint le SENEGAL au Sud du DJOUDJ, une branche gauche LAMPSAR se dirige vers le Sud. A ROSS-BETHIO, le LAMPSAR prend la direction Ouest et se jette dans le DJEUSS, lui-même proche de son confluent avec le SENEGAL à l'amont de SAINT-LOUIS.

Le KASSAK représente le reste d'un ancien bras, dont l'origine se situerait vers THIAGAR et qui se continue par le LAMPSAR. Il a été capté par le GOROM à DIAMBAR et participe ainsi au système hydraulique GOROM-LAMPSAR qu'il court-circuite.

Les cotes de fond de ces trois marigots permettaient un écoulement permanent devenant dynamique en période de crues ; des traces d'érosion récentes subsistent très nombreuses.

Cette artère, depuis 80 ans et plus, a été domestiquée pour les besoins en eaux potables de la ville de SAINT-LOUIS ; elle ne représente plus rien de naturel.

Le principe de cette alimentation est celui-ci . Les eaux du SENEGAL étant salées, en dehors de la période de crues, il convient pendant cette période de crue, de constituer une réserve d'eau douce.

L'artère du GOROM-LAMPSAR-KASSAK a été choisie pour cette réserve. Elle se divise en trois secteurs :

- . Le premier dit du GOROM amont, va de RONQ à BOUNDOUM -
- . Le deuxième dit du KASSAK, comprend le marigot de KASSAK et la cuvette du KASSAK-NORD -
- . Le troisième, dit du LAMPSAR va de BOUNDOUM à MAKHANA -

A RONQ, à l'origine du premier secteur, existait une digue en terre rompue à l'arrivée de l'onde de crue non salée pour permettre le remplissage de l'ensemble de la réserve et refermée en décrue, lorsque la cote du fleuve descend en dessous du niveau prévu pour cette réserve.

A BOUNDOUM, le premier secteur est isolé de la branche droite de l'artère GOROM-LAMPSAR, dit GOROM Aval, par une digue permanente. Il pouvait être séparé de la branche gauche ou LAMPSAR, par une ouvrage à batardeaux, dont le rôle est double : servir de chasse de l'eau salée résiduelle du premier secteur ou isoler le troisième secteur du LAMPSAR dans le cas où la digue de RONQ n'aurait pas été refaite, à la date appropriée. Dans ce cas, le premier secteur joue le simple rôle de canal d'amenée (son rôle primitif d'ailleurs).

Le deuxième secteur du KASSAK comprenait le marigot lui-même, celui de DIOVOL et les cuvettes du KASSAK-NORD. Une digue à DIAMBAR l'isolant du premier était ouverte et refermée suivant le même principe que RONQ. La fermeture de cette petite digue entre deux marigots équilibrés pratiquement en niveau à la date favorable, ne présentait par contre aucune difficulté et pouvait par suite être assurée.

Deux digues permanentes, l'une à 5 km à l'aval de BOUNDOUM sur LAMPSAR et l'autre au lieu dit "Grande-Digue" séparait ce deuxième secteur du troisième. Une buse dans cette dernière digue pouvait, soit isoler, soit assurer la communication entre les deuxième et troisième secteurs.

Le troisième secteur est obturé à MAKHANA par un barrage à vannes mobiles, ouvert pour assurer la chasse pendant la crue, et fermé en décrue pour assurer la réserve.

Marigots du DJEUSS et RHAD

Ces deux marigots seraient un même bras du delta primitif et bras puissant comme en témoignent les bourrelets de berge. Il était antérieur à l'artère GOROM-LAMPSAR.

Ce bras est actuellement mort ; la partie médiane est alimentée partiellement en hautes eaux par le GOROM ; le DJEUSS inférieur se remplissait par l'aval en même temps que les dépressions adjacentes.

L'origine du DJEUSS prolongé par le RHAD était à OUASSOUL. Il courrait NORD-SUD pour s'infléchir après BOUNDOUM-OUEST vers le SUD-OUEST et rejoindre le SENEGAL à l'amont immédiat de SAINT-LOUIS ; le DJEUSS Aval était également en hautes eaux en communication avec le SENEGAL par le marigot de DIEG et avec le LAMPSAR par les marigots de KRANKAYLE et PARDIAGNE.

Ultérieurement à l'aménagement de l'artère GOROM-LAMPSAR, le DJEUSS aval a été utilisé pour l'alimentation en eau potable de la ville de SAINT-LOUIS.

Une première digue édiflée à MAREYE ferme le DJEUSS Aval du SENEGAL et du GOROM Aval. Cette digue, antérieurement jouait le rôle de celle de RONQ ; ouverte en crue, elle était refermée en décrue. Les bouchons aval de ce qui devient la réserve du DJEUSS sont les barrages de DAKAR-BANGO sur la sortie vers le SENEGAL et DIAOUDOUN sur celle vers le marigot de N'GALAM.

Ces deux ouvrages permettaient la chasse de l'eau salée résiduelle. Cette chasse était facilitée par les eaux douces venant du barrage de MAKHANA, soit de la réserve GOROM-LAMPSAR.

Elle s'est avérée inopérante ou du moins peu efficace ; l'amplitude des crues à MAREYE étant faible, le point de transition entre eau douce et salée devait être mal saisi.

La digue de MAREYE fut alors prévue permanente et une deuxième digue édiflée plus à l'aval à KEURSAMBASSO. Cette digue est rompue en début de crue pour permettre aux eaux salées résiduelles de la réserve du DJEUSS mélangées aux premières eaux douces du LAMPSAR de s'étendre jusqu'à MAREYE. Elle était refermée ou devait être fermée avant que cette eau n'atteigne une dilution trop grande. L'espace entre KEURSAMBASSO et MAREYE devient ainsi une poche à sel.

Marigots secondaires

- . Marigot du DJOUDJ ou marigot de remplissage de la cuvette du DJOUDJ.
- . Marigot de DIEG qui sert de communication entre le DJEUSS et le SENEGAL
- . Marigot du DIOVOL, autrefois tête du KASSAK ; il n'est plus qu'un marigot de refoulement des eaux de ce dernier.
- . Marigots de LAGAR et N'DIAL, marigots d'évacuation des cuvettes de TELEL - Grande digue et KASSAK SUD.
- . Marigot du KRANKAYLE, marigot de jonction entre le DJEUSS et le LAMPSAR.

Les trois derniers cités sont des marigots morts qui reprennent leurs fonctions temporaires intermittentes en hautes eaux.

L'étude détaillée du réseau hydrographique complétant la morphologie du delta demanderait un volume.

Les travaux de 1964 ne lui confèrent plus qu'un intérêt presque historique, nous ne poursuivons pas plus en avant cette description.

3. AMENAGEMENTS DU DELTA EN 1964

La description de ces aménagements est indispensable pour comprendre l'hydrologie du delta.

Une digue semi-périphérique de 82 km, greffée à l'amont sur la digue du casier de Richard TOLL, isole complètement le delta rive gauche du fleuve. Elle suit pratiquement le SENEGAL jusqu'au marigot du DJOUDJ pour s'en éloigner et rejoindre le NORD de la colline de RONE. Des digues complémentaires rejoignent la colline de RONE à celle de MAREYE et celle de MAREYE à celle de BESSETTE.

Cette constatation devrait être évidente. Il y a lieu cependant de la noter, les précédents rapports étant en discordance sur ce point. En particulier la crue, présentée dans le rapport DUBOIS, comme une crue 80% serait en réalité une crue de 90 à 95%.

Nous attribuerons cette discordance au fait que les précédentes relations de fréquence prenaient surtout comme références les points maximaux des crues, alors que le rapport BAILLARGEAT par exemple, analyse les temps de submersion. Inutile de préciser que pour le but poursuivi dans notre synthèse, la deuxième méthode est de très loin plus efficace.

La crue 1964, par exemple, est suivant la première méthode une crue de 10% à DAGANA et tombe à 50% de fréquence à TIGUET. Suivant la deuxième méthode, la crue 1964 est une crue de 50% à DAGANA et le reste vers TIGUET.

La méthode empirique d'annonce des crues développée dans le rapport MAURICE et qui tient compte d'une part de la pluviométrie dans le haut bassin, dont il est possible d'avoir les éléments vers le 1er AOUT, d'autre part de la cote atteinte à BAKEL, demeure dans son empirisme, excellente. Il conviendrait de la compléter par une analyse de l'équifréquence des temps de submersion pour une cote donnée entre la date où cette cote est atteinte et le maximum de la crue.

Nous remarquons par ailleurs, que la crue 1964 n'a pas été influencée par la digue dont elle est venue simplement lécher les pieds.

Les courbes jointes donnent l'évolution de la crue 1964 dans toutes les stations de mesure. Nous y ajoutons pour différents niveaux atteints à DAGANA, un profil en long du fleuve de ce poste au km 17.

Les nécessités de l'étude nous ont amené à construire la courbe de crue de fréquence 80% sur les données des rapports BAILLARGEAT et ROCHETTE à DAGANA et au droit des ouvrages intéressants de la digue ; ces courbes apparaissent dans les schémas d'exploitation joints.

Une section du GOROM Aval, participe aux réseaux de drainage par des liaisons naturelles ou améliorées. Tous les périmètres ont accès à ce réseau de drainage, soit par des voies naturelles, soit facilement améliorables.

La vallée du LAMPSAR rive gauche se draine naturellement par le lieu dit le "PONT DU GENDARME".

4.. PERIMETRES D'IRRIGATION

Ces périmètres d'irrigation ont été énumérés dans les descriptions précédentes, le plan d'ensemble les situe.

Ces périmètres sont submersibles et par suite irrigables jusqu'à la cote naturelle définie par l'altitude moyenne des bourrelets de berge qui les délimitent. Nous avons déjà noté que l'on pouvait les classer en deux séries, l'une submersible à 2m, l'autre à 1,50m. La première série comprend tous les périmètres de l'Est et ceux de BOUNDOUN NORD, BOUNDOUN OUEST et DJOUDJ ; les autres seront submergés à 1,50m.

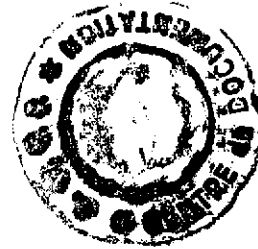
Il est évident que les calculs supposent que les ruptures dans ces bourrelets sont bouchées par des digues artificielles assurant la même cote de submersion.

Lecas du DIOVOL et du N'DIASSI avec leur alimentation particulière est différent ; les cotes de submersion peuvent être prévues plus élevées.

Chaque périmètre a deux éléments bien distincts ; l'un proprement cuvette, favorable à la submersion, l'autre à micro-relief de niveau plus élevé, pouvant être traité en irrigation normale.

Le plan d'ensemble schématique qui illustre ce chapitre ne donne que les grandes lignes du réseau hydraulique qui nous était indispensable de définir pour concevoir une quelconque hydrologie. Il est bien évident que l'allure générale respectée, toutes modifications, non seulement de détail mais locales, peuvent être projetées.

5
Il s'agit de concevoir la prise d'eau de la zone de
cuvette inférieure de 000 ha pour la submersion
la conception doit être l'altitude hydrologique de
la zone inférieure submersible de 2m, les zones
le drainage de la zone inférieure doit être vers la zone
submersible.



Chapitre V

REFERENCES DE BASE DES CALCULS

1. VOLUMES D'EAU

La mise en valeur du delta rive gauche était prévue depuis longtemps. La création du casier rizicole de Richard TOLL à l'extrémité amont de ce delta en fut la première manifestation pratique. Puissamment outillé et mécanisé, il franchissait d'un seul coup toutes les étapes entre les cultures traditionnelles et une technique résolument moderne.

Acceptable sur une petite surface où pouvaient être concentrés les moyens en hommes, financiers et techniques d'une nation faible en ressources, il était impensable d'étendre ces conceptions de culture sur de vastes étendues où se seraient noyées toutes les possibilités du pays.

Des essais timides de riziculture plus naturelle, dans le delta où la technique suivait les moyens des hommes et leurs possibilités économiques, avaient donné des résultats, non pas remarquables, mais proportionnés aux efforts entrepris. Ils étaient surtout facilement améliorables par une technique progressant avec l'éducation des agriculteurs et leurs possibilités financières.

Sur ces bases, M. DUBOIS proposa un plan de mise en valeur du delta à l'origine du mouvement d'opinions qui créa la digue de ceinture du delta avec ses ouvrages, les essais actuels d'un périmètre agricole pilote et le départ d'études plus approfondies.

M. DUBOIS calcula les volumes d'eau nécessaires à l'exploitation du delta rive gauche, par la cumulation des volumes de remplissage des cuvettes pour une surface donnée, des valeurs d'évaporation sur cette même surface et des valeurs d'inhibition du terrain.

*voir 4/4/4
DUBOIS*

Bien que nous n'ayons pas suivi la même méthode de recherche des débits nécessaires, nous avons repris les valeurs de base retenues par M. DUBOIS. Ces valeurs ont en effet été vérifiées et contrôlées sur le terrain pendant trois ans et aucune étude ultérieure n'a permis de les mettre en doute.

Certaines de ces valeurs sont critiquables et furent critiquées. Si nous les transformions dans la mesure de ces critiques, le changement du régime hydrologique obtenu en appliquant ces nouvelles valeurs n'apporte aucune modification dans les conclusions pratiques.

Anticipant sur les calculs des chapitres suivants, nous donnons un exemple de l'affirmation précédente. Son importance est primordiale, car tout soupçon sur la validité des calculs rendrait caducs les résultats de cette synthèse.

L'évapo-transpiration était l'objet de la première critique.

M. DUBOIS avait pris comme valeurs mensuelles, de JUILLET à DECEMBRE, les valeurs 5 - 2,1 - 2,7 - 4,4 - 5,7 - 5,7 - et les valeurs proposées dans le rapport CASSATI-KELLERMAN sont pour les mêmes mois : 5,7 - 2,9 - 3,7 - 5,2 - 6 - 5,8 et 7,1 - 4,4 - 5,6 - 7 - 6,9 - 5,7.

Tous les ouvrages de la digue que nous avons étudiés sont largement dimensionnés. BOUNDOUN-NORD seul travaille à la limite de ses possibilités. Nous avons, par suite, appliqué les valeurs d'évapo-transpiration maxima prévues, proposées par M. KELLERMAN dans le calcul des conditions d'écoulement à travers cet ouvrage à la date la plus dangereuse de son fonctionnement. Il apparaît alors que la cote du SENEGAL nécessaire à l'alimentation de la cuvette de BOUNDOUN dans ces nouvelles conditions doit être supérieure de moins de 4 cm à la cote imposée par les calculs suivis sur les bases du rapport DUBOIS.

Comme nous ne connaissons pas et de très loin près, la cote des crues du SENEGAL à 4 cm, l'application des nouveaux taux d'évapo-transpiration ne changera pas les conclusions pratiques de notre étude.

Nous avons nous-mêmes procédé à quelques mesures d'évapo-transpiration sur des surfaces naturelles d'eau encombrées de riz ou de végétation et sans contact avec d'autres surfaces libres, nous obtenons pour les mois de DECEMBRE et JANVIER :

- . 4,4 mm journaliers pour la rizière de TELEL,
- . 3,3 mm journaliers pour la rizière de DEBI,
- . 5,0 mm journaliers pour la pointe NORD de KASSAK ;

même en tenant compte de 36% d'erreur, les valeurs trouvées sont inférieures à celles proposées par le rapport DUBOIS.

La deuxième valeur sujette à critique est l'inhibition.

M. DUBOIS a pris une inhibition sur 1,50m et 20% comme coefficient de porosité. C'est une valeur tout venant qu'il a dû choisir pour sa sécurité en l'absence de toute étude sur le sujet. Nous la pensons largement exagérée. Les mares résiduelles de saison sèche sont à un niveau que ne pourrait permettre une inhibition de cette importance ou une porosité aussi grande du sol.

S'il y avait péril à la sous-estimation de l'évapo-transpiration (et nous avons prouvé qu'il n'y en avait pas), cette surestimation de l'inhibition la compenserait.

Un autre élément incertain, et de plus grave conséquence, est l'appréciation des volumes de remplissage des cuvettes. Nous n'avons à notre disposition que la carte au 1/50 000 de l'IGN avec courbes de niveau tous les 50cm et seul le DJELEUSS et le DIOVOL ont été étudiés en topographie plus avant.

Nous ignorons totalement l'importance de l'erreur commise. L'expérience de cette année en aurait fourni une appréciation. Les manoeuvres de vannes incessantes ont rendu impossible toute étude hydrologique pratique et par suite la mesure exacte des volumes d'eau réceptionnés dans les cuvettes. Malgré le soin apporté à noter toutes ces manoeuvres de vannes, une étude de détail conduirait à une confusion indescriptible entre les 6 ou 7 variables du problème.

Par contre, il est certain que le remplissage de ces cuvettes a pu être conduit cette année au cm près avec des débits à peu près semblables à ceux des calculs d'origine du rapport DUBOIS. Si erreur il y a, elle ne peut être conséquente ou du moins n'influe pas sur les résultats concrets.

Il serait d'ailleurs trop tard pour s'attacher à ce problème d'erreurs qui ne saurait rien résoudre, les ouvrages principaux étant déjà construits.

Pour les ouvrages intérieurs du delta non encore bâtis, les responsables des projets futurs devront juger si les économies réalisées sur des travaux déterminés par des calculs plus précis et sans erreurs de base, compenseraient le prix des études qui réduiraient ces erreurs.

2. ORGANISATION DE L'IRRIGATION

Le rapport DUBOIS est également à l'origine de la répartition des volumes dans le temps. Il n'en existe d'ailleurs pas d'autre traitant la question et ce n'est pas notre rôle d'interpréter des publications agronomiques.

Voici le processus d'irrigation de submersion contrôlée, préconisé par M. DUBOIS :

1. Irrigation par submersion ;
2. Origine de la mise en eau des cuvettes du 7 au 20 AOUT ;
3. Montée de l'eau dans les cuvettes 1,5cm journalier jusqu'à la mi-septembre, puis 2cm par jour jusqu'à l'obtention de la cote de submersion désirée ;
4. Maintien de la submersion pendant 45 jours ;
5. Hauteur de submersion supportée par la variété de riz préconisée par M. DUBOIS (D 52 - 37) 70 à 80cm,

Nous avons ajouté la vidange de la cuvette en un mois, pour tenir compte d'un drainage qui n'était pas prévu dans le rapport DUBOIS. Ce drainage est à notre avis, indispensable, non seulement parce qu'une irrigation sous n'importe qu'elle forme n'est pas concevable à nos yeux d'hydraulicien sans ce corollaire naturel ou artificiel, mais encore dans le cas particulier du delta, il facilite le lessivage des fonds de cuvettes salées et dans le cas de casiers rizicoles la récolte du riz à sec.

Nous avons déjà spécifié dans nos chapitres "schéma général", que nous analyserions la submersion des périmètres jusqu'à la cote moyenne naturelle des bourrelets de berge les délimitant et expliqué pourquoi. Nous avons noté que les volumes d'eau ainsi nécessaires correspondaient peu ou prou à une irrigation normale. Dans le présent chapitre, nous précisons le point suivant :

Les cotes de submersion choisies par le rapport DUBOIS étaient telles, que la hauteur d'eau admise dans la cuvette ne dépassait pas les 70 à 80cm prévus dans ce rapport pour la submersion maximum du riz .

Nos propres études élevant la cote de submersion, cette hauteur maximum est dépassée et nous devons cloisonner les cuvettes.

- . Aux périmètres de la vallée du LAMPSAR elle-même, dont une partie est déjà exploitée, s'ajoutent des appendices tels que SAVOGNE, la vallée au delà du "PONT DU GENDARME", et les terrains submersibles entre LAMPSAR et DJEUSS ;
- . Les DJEUSS NORD et SUD ont été amputés de la cuvette de DIAMBAR, traitée séparément.

Chaque périmètre sera présenté avec tableau, plan et graphiques les expliquant et les illustrant.

- a) Plan détaillé de chaque périmètre, avec courbes de niveau. (pièce Ai).
 - b) Courbes des volumes cumulés pour la submersion en fonction des hauteurs atteintes pour la submersion elle-même, l'entretien et le vidange,
 - dans le cas de la submersion totale
 - dans le cas de la submersion avec diguettes.
 - .. Il sera prévu dans ces deux cas, différents paliers d'exploitation, chacun avec la vidange correspondante.
- NB - Ces courbes sont conservées en archives.
- c) Courbes des débits en fonction des cotes de submersion déduites d'après les tangentes des courbes précédentes et pour les mêmes conditions d'exploitation (Graphique Ci).
 - d) Schémas théoriques d'exploitation des périmètres dans le cas des ouvrages de prise existants. Les schémas représentent sur le même graphique (Graphique Di) :
 - les courbes des cotes de submersion atteintes dans le périmètre en fonction du temps,
 - le niveau du plan d'eau à l'amont des ouvrages nécessaire pour obtenir ces cotes de submersion à l'intérieur du périmètre,
 - la zone de variation possible de la crue de fréquence 80% du SENEGAL au droit de ces ouvrages.
 - e) Pour les ouvrages à prévoir, nous présentons en annexe des tableaux F_i qui donnent pour différentes cotes de submersion :
 - les volumes d'eau cumulés,

- les débits nécessaires
- les niveaux de plan d'eau nécessaires dans les ouvrages pour obtenir ces débits, avec la cote supérieure du radier de l'ouvrage.
Dans le cas des ouvrages de prise, ce sont les niveaux à l'amont (les niveaux à l'aval étant ceux de la submersion de la cuvette).
Dans le cas des ouvrages de décharge, ce sont les niveaux à l'aval.
Les calculs ont été conduits pour des vitesses normales à travers les ouvrages, soit 1,80 m/s.
- l'ouverture totale des pertuis, nécessaires pour assurer le débit avec les niveaux indiqués.

Remarques

Toutes ces valeurs sont données pour l'ensemble du cycle agricole, soit la montée de la submersion, l'entretien de cette submersion, la vidange du périmètre.

Ces valeurs sont présentées pour éviter au projeteur les tâtonnements de recherches préliminaires ; elles ne sont donc qu'indicatives.

Nous avons supprimé dans les tableaux les chiffres dérisoires.

Des tableaux sont également présentés pour les ouvrages existants, afin de suivre le cycle agricole complet, dont seuls la montée et l'entretien apparaissent dans les schémas d'exploitation.

- f) Les courbes donnant les surfaces et volumes cumulés dans les périmètres en fonction des hauteurs d'eau atteintes. (graphique Bi).
- g) Schémas d'exploitation en 1964 des périmètres dépendant d'ouvrages existants (graphiques Ei)

Remarque générale 1

Nous avons suivi à l'origine de nos calculs le calendrier agricole de M. DUBOIS. L'allongement de la période de mise en eau des périmètres, le réajustement sur les mêmes périodes de séries de périmètres, (en particulier ceux dépendant du GOROM LAMPSAR) nous a astreint à composer un calendrier agricole théorique différent. L'évapo-transpiration pourrait apporter une modification aux calculs dans ce changement de calendrier. Nous avons vu d'une part, qu'il n'y a pas lieu d'en tenir compte et d'autre part que ces modifications sont insignifiantes.



Il est évident que ce nouveau calendrier agricole est en concordance avec la crue naturelle du SENEGAL.

Dans la première étape qui ne concerne que l'exploitation de cette crue naturelle, les possibilités de mise en valeur sont telles que ce calendrier encadre le cycle végétatif du riz ; les agronomes pourront donc choisir la période la plus favorable.

Dans la deuxième étape, avec la stabilisation du niveau du SENEGAL, toute latitude est offerte, non seulement pour une politique rizicole, mais pour l'introduction de cultures complémentaires.

Remarque générale 2

Les niveaux spécifiés nécessaires à l'amont des ouvrages sont calculés en présumant aucune perte de charge entre la cuvette et ledit ouvrage. Nous ne pouvons préjuger des dispositions que prendront les projecteurs pour le choix de l'emplacement des ouvrages et la disposition des canaux adducteurs.

Dans l'hypothèse d'ouvrage déjà existant, et de la crue naturelle, l'écart entre les niveaux du SENEGAL et ceux imposés à l'amont de l'ouvrage représente la perte de charge dont dispose le projecteur pour les canaux adducteurs.

Cette marge est en théorie plus importante, les cotes à l'amont d'ouvrages (toutes vannes effacées) seront plus élevées que celles pour lesquelles les calculs ont été conduits et par suite du débouché plus important, la perte de charge au droit de l'ouvrage, moindre. En pratique, dans les cas extrêmes (les seuls à prendre en considération) pour tous les périmètres du delta l'écart théorique supplémentaire serait inférieur à l'écart d'incertitude sur les niveaux de crue du SENEGAL. Il n'y a donc pas lieu d'en tenir compte.

Remarque générale 3

Nous n'avons pas également tenu compte de la perte de charge entre le SENEGAL et les ouvrages eux-mêmes. Pour l'instant, ces accès n'ont été l'objet d'aucune amélioration ; il est probable qu'ils devront tous être étudiés et recalibrés.

Remarque générale 4

La crue de 80% (4 années sur 5) a été choisie par nos prédécesseurs, comme adaptée à une économie valable de la ~~rise~~ en valeur du delta. Nous n'avons pas cru devoir en changer.

Remarque générale 5

Les surfaces données par les courbes sont des surfaces brutes. L'agronome devra en déduire les surfaces utiles en éliminant les lits de marigots profonds et les sols incultivables ou ceux affectés à d'autres usages que l'exploitation agricole.

Remarque générale 6

Pour les ouvrages à prévoir, certains niveaux indiqués comme nécessaires à l'amont en particulier, sembleront en contradiction avec les déductions ultérieures de l'étude. Nous admettons que la vitesse normale choisie 1,80 m/s, n'est pas impérative et qu'elle peut être dépassée si elle n'est pas continue.

1. PERIMETRE DES DJEULEUSS

(Voir les pièces A et A1, les graphiques B1, C1, D1 et E1, le tableau F1)

a) Description

Le périmètre de THIAGAR à la cote 2 m ou 1,90 m pour l'exploitation utile brute, comprend le casier du DJEULEUSS NORD ou THIAGAR, et du DJEULEUSS SUD.

Il est limité par le SENEGAL au NORD, le casier de Richard TOLL à l'EST, le DJEULEUSS au SUD et le casier de DIAMBAR à l'OUEST.

Le DJEULEUSS NORD est une pseudo-cuvette à fond moyen élevé (1,5) où apparaît nettement les traces d'un ancien bras très important qui aurait rejoint le KASSAK par des dépressions comme celle de DIAMBAR.

Le DJEULEUSS SUD a des dépressions plus accusées, quoique irrégulières.

Entre le NORD de ce périmètre et le SENEGAL, une surface de 1700 ha se situe entre les cotes 2 et 2,8 ; il serait intéressant d'étudier son exploitation par pompage.

Le plan primitif de M. DUBOIS prévoyait l'alimentation à la cote 1,90 du DJEULEUSS NORD ou THIAGAR par l'ouvrage de THIAGAR et l'exploitation du DJEULEUSS SUD par le DIOVOL à la cote 1,50. A cet effet, des digues isolaient ces deux cuvettes.

L'ouvrage de THIAGAR suffisant largement à la submersion des deux cuvettes à la cote 1,90, il conviendrait donc de rompre ces digues et les remplacer au contraire par des canaux de jonction permettant la submersion de l'ensemble des DJEULEUSS.

L'alimentation de ce périmètre est donc assurée par ce seul ouvrage de THIAGAR, ouvrage théoriquement calé à + 0,50 avec deux pertuis de 1,50 m et un masque à 2 m ; un canal adducteur se divisant en deux branches permet d'atteindre les cotes basses de la cuvette de THIAGAR.

Par contre, l'accès de l'ouvrage à partir du SENEGAL n'a pas été amélioré. Il doit être nécessairement aménagé pour supprimer toute perte de charge amont. La longueur de cet accès varie évidemment avec la crue du SENEGAL ; il est d'une centaine de mètres.

Ce dernier paragraphe est vrai pour tous les périmètres sur le bord du SENEGAL ; nous ne le répèterons pas dans l'étude des autres périmètres.

b) Schéma d'exploitation théorique

La crue de fréquence 80 % garantit l'exploitation à la cote 1 m sous la condition de fermer les vannes de l'ouvrage lorsque le niveau des eaux du Sénégal en décrue atteint la cote de submersion théorique.

Pour des cotes supérieures d'exploitation, il sera indispensable d'élever la cote de submersion théorique à une cote de submersion pratique. Cette dernière cote sera calculée de telle sorte que les vannes de l'ouvrage étant fermées lorsque le niveau du Sénégal en décrue l'atteindra, l'évapo-transpiration jouant sur la surface d'eau la ramène à la cote de submersion théorique en fin de l'entretien de 45 jours des rizières.

Dans le cas particulier des DJEULEUSS et de la cote de submersion théorique 1,70, la cote de submersion pratique sera 1,73.

Cette cote pratique s'obtient graphiquement sur le schéma d'exploitation.

Ce raisonnement est valable pour tous les autres périmètres et ne sera pas répété.

A la cote 1,90 m, le plan d'eau devra être élevé à la cote 2,01 pour les mêmes raisons que précédemment.

Nous n'avons pas étudié sur le schéma d'exploitation la solution avec diguettes, elle est à fortiori valable.

Dans le cas extrême de la submersion à la cote 1,90, la marge de perte de charge entre la crue naturelle du SENEGAL et la cote imposée à l'amont de l'ouvrage est de 0,20 m. Le canal adducteur devra donc assurer une débitance de :

$$\frac{5,21}{\sqrt{\frac{0,20}{500}}} = 260.$$

Pour la submersion à la cote 1,5 (autre cas extrême), la marge devient 0,08 m, soit une débitance de :

$$\frac{0,87}{\sqrt{\frac{0,08}{4000}}} = 194.$$

Ces débitances donnent des pointures de canaux tout à fait acceptables.

Remarque

Les distances d'accès de l'ouvrage à la zone du périmètre où l'on atteint la cote de submersion désirée, sont évaluées grossièrement. La topographie de détail peut modifier le tracé des canaux. Notre but n'est pas de projeter un canal, mais d'envisager une possibilité en fonction d'un régime hydrologique proposé.

c) Réseau de drainage

Le drainage doit faire l'objet d'un projet d'ensemble étudié. Nous remarquons simplement qu'aucun problème ne se pose pour l'artère particulière assurant la vidange des DJEULEUSS. Le canal de drainage devra assurer une débitance de :

$$\frac{3,56}{\sqrt{0,00002}} = 790$$

(0,00002 est la pente moyenne de l'artère du drainage général).

Cette débitance de valeur moyenne sera susceptible d'être augmentée à l'amont pour soulager les tronçons plus chargés tels que, par exemple, du N'DIAEL à la mer.

d) Exploitation 1964

L'équipement hydrologique comprenait les deux échelles Amont et Aval de l'ouvrage de THIAGAR et l'échelle N° 1 située approximativement au centre du DJEULEUSS NORD.

Nous donnons un extrait du rapport de M. MAURICE, qui a analysé de très près l'exploitation 1964.

Extrait du rapport de M. MAURICE, donné en annexe

" Mise en eau

" Un graphique donne l'allure de la mise en eau. Sur ce graphique, nous trouvons les cotes à l'échelle Amont de l'ouvrage côté SENE-GAL, les cotes à l'échelle Aval de l'ouvrage côté cuvette. Les cotes à l'échelle N° 1 dans la rizière.

" . L'eau n'a commencé à franchir le seuil du marigot que vers le début AOUT. Malheureusement l'échelle 1, pour des raisons matérielles, n'a commencé à être observée qu'après le 31 AOUT.

" Compte tenu de la difficulté de circulation pendant l'hivernage et de la position excentrée de cette cuvette par rapport aux autres, quand le chef de la coopérative de THIAGAR nous demanda de régler l'ouvrage de prise, nous avons pensé que ce ne serait pas une expérience inutile de laisser aux exploitants la libre disposition de l'ouvrage.

" Nous lui avons donné à plusieurs reprises des conseils qui n'ont pas toujours été suivis.

" En suivant le graphique, nous constatons que l'ouvrage a été ouvert moins longtemps qu'il n'a été fermé.

" Nous avons également suggéré aux coopérateurs, pour pouvoir irriguer la rizière haute, de faire une rigole d'accès et un barrage en terre un peu en aval. Seule la rigole a été exécutée.

" Au cours de la mise en eau pour irriguer la rizière haute, il fallait courir le risque de noyer la rizière basse. C'est ce qui explique la plupart des manoeuvres de l'ouvrage.

" Nous voyons sur notre graphique que la perte de charge moyenne entre l'échelle aval de l'ouvrage et l'échelle 1 est de l'ordre de 0,10 m.

" En 50 jours d'admission contrôlée, la moyenne journalière dans
" les rizières a été de 0,43, soit un peu moins de 1 cm. A partir
" du 21 Octobre, date où la rizière basse était submergée à la cote
" optimum, jusqu'à maintenant, l'entretien fut assez correctement
" suivi. "

Nous n'avons rien ajouté à cette analyse. Le résultat de l'exploitation confirme que l'ouvrage n'ayant travaillé qu'à très faible rendement, peut étendre la submersion sur des surfaces beaucoup plus importantes.

La présence d'une rizière haute alimentée par rigole, faussant les résultats d'une exploitation normale, ne permet aucune vérification de la submersion théorique, sinon la facilité à stabiliser un plan d'eau à partir de l'ouvrage de THIAGAR.

2. PERIMETRE DE BOUNDOUM NORD

(Voir les pièces A et A2, les graphiques B2, C2, D2 et E2, le tableau F2)

a) Description

Ce périmètre est limité au NORD par le SENEGAL, à l'EST et au SUD par le GOROM, à l'OUEST par le RHAD. Une digue de ceinture récemment construite l'isole à la cote 2 m.

C'est une pseudo-cuvette, dont les bas-fonds à environ 0,80 m semblent appartenir à un système de marigot. La partie EST est assez plane et par suite plus facile à mettre en culture. A l'OUEST, les marigots de RHAD et de GAILA ou des appendices de ceux-ci s'enfoncent assez profondément dans la cuvette et perturbent la topographie.

L'alimentation de la cuvette est assurée par l'ouvrage de BOUNDOUM NORD. Cet ouvrage a trois pertuis de 1,50 m de largeur ; il est calé en théorie, à la cote 0,0 m ; son masque à 1,50 m.

Un ancien marigot aménagé et un canal adducteur de 3 km assurent le remplissage aux bas niveaux.

b) Schéma d'exploitation théorique

L'exploitation est assurée à la cote 1,30 m. A la cote 1,50 m, le plan d'eau doit être amené à 1,59 m pour permettre la submersion pendant 45 jours. Il est important de remarquer que dans

ce cas, on se trouve à la limite d'exploitation et par la crue naturelle du SENEGAL et par l'ouvrage lui-même qui travaille à des vitesses de plus de 2 m/s, soit trop élevées.

Le schéma d'exploitation pour une submersion avec diguettes prévues à 1,3 et 1,8 permet le fonctionnement de l'ouvrage dans des conditions normales pour la cote 1,5.

Dans ce même cas, on peut même envisager une submersion à des niveaux plus élevés.

L'extrême limite serait à 1,7 exigeant un plan d'eau calé à 1,90.

Le projet final (la submersion à la cote utile de 1,90) serait obtenu avec une stabilisation des niveaux du SENEGAL à 2.

Il est important de remarquer que le schéma d'exploitation fut calculé, le masque de l'ouvrage supprimé. Cette remarque valable pour tous les ouvrages existants (nous l'avons souligné dans les considérations générales), l'est surtout dans le cas de BOUNDOUM NORD où l'ouvrage, par une erreur de mise en place, se trouve calé à 5 cm en dessous de la cote prévue ; l'ouvrage dans le cas limite travaille en écoulement noyé, avec corrélativement une augmentation de la perte de charge.

Le cas de la submersion totale écartée, la submersion avec diguettes, laisse pour la cote 1,5 une marge de perte de charge de 32 cm. Les canaux adducteurs devront être conçus pour une débitance de :

$$\frac{15,78}{\sqrt{\frac{0,32}{2000}}} = 1200.$$

En outre, un autre cas limite est celui du début de la submersion. Les canaux devraient alors assurer la débitance de :

$$\frac{1,29}{\sqrt{\frac{0,04}{3000}}} = 1120$$

c) Réseau de drainage

Le périmètre de BOUNDOUM se draine naturellement par les marigots de DONQ et GAILA vers le GOROL Aval. Aucun canal, sauf ceux intérieurs, sera nécessaire, mais un simple ouvrage sur la digue de ceinture. Bien que théoriquement inutile, un petit ouvrage sur le GAILA répartirait heureusement les débits de drainage.

d) Exploitation 1964

L'équipement hydrologique comprenait les deux échelles amont et Aval de l'ouvrage, l'échelle 6 Bis au bout du canal adducteur de 3 km, l'échelle 6 sur le marigot du DONQ à l'extrémité SUD du périmètre, les échelles 8 et 9 sur le RHAD et GAÏLA à l'OUEST.

De même que pour les autres périmètres et pour les mêmes raisons, nous donnons un extrait du rapport de M. MAURICE complété par un graphique.

Extrait du rapport de M. MAURICE

" Mise en eau

" Comme les vannes et crémaillères n'ont été posées qu'avec beaucoup
" de retard, nous avons été obligés de laisser en place, et cela
" pour tous les ouvrages, le batardeau Amont pour éviter que de l'eau
" encore saumâtre se déverse dans les canaux.

" Dès que le coin salé fut entièrement repoussé, vers le 10 - 15
" Juillet, en l'absence de l'entreprise déjà repliée et avec de
" faibles moyens, nous avons fait des saignées dans les bourrelets
" de berge. Cette manière de procéder a eu pour résultat de retard-
" er la mise en eau, qui ne fut correcte que lorsque les bourre-
" lets furent submergés.

" A l'ouvrage de BOUNDOUN NORD, le bourrelet fut coupé le 20 JUIL-
" LET, la mise en eau commençait.

" Au début, compte tenu de la faible vitesse de montée du fleuve,
" l'ouvrage fonctionna toutes vannes ouvertes.

" Période du 24 JUILLET au 25 AOUT : Au cours de cette période, la
" montée de fleuve remplit rapidement le bout du canal de raccorde-
" ment fleuve-ouvrage, du 24 au 27 JUILLET ; puis, la montée devant
" l'ouvrage suit la montée du fleuve. Le fleuve monte du 27 JUILLET
" au 25 AOUT à la vitesse moyenne de 3 cm/jour.

" Dans le même temps, l'échelle 6 Bis monte également à la vitesse
" de 3 cm jour, en accusant une perte de charge moyenne de 0,10 m.

" L'échelle 6 monte à la vitesse de 2 cm/jour en accusant une perte
" de charge moyenne de 0,25 m par rapport à la cote aval de l'ouvra-
" ge. De plus, le graphique de mise en eau nous indique que les bas
" fonds, marigots, mares etc ... ont été remplis entre le 28 JUIL-
" LET et le 7 AOUT et que la mise en eau à partir de la cote 0,80
" n'a commencé qu'à cette date, soit un décalage par rapport à la
" crue du fleuve de 6 jours.

" En fait, la mise en eau a été un peu trop rapide dans la rizi-
" ère de BOUNDOUM-USINE à 2 cm/jour au lieu de 1,5 cm. Mais pra-
" tiquement, cela n'aurait pas eu de répercussions très graves, si
" dans la nuit du 24 au 25 AOUT, une pluie de 52mm n'avait pas inon-
" dé totalement les rizières.

" A cette date, nous avons fermé totalement l'ouvrage de BOUNDOUM
" et cela jusqu'au 11 SEPTEMBRE et nous avons été contraints devant
" le peu d'efficacité de cette fermeture de faire une brèche dans la
" digue rive droite du GOROM Aval au droit du marigot de DONQ.

" Cette brèche a été faite le 28 AOUT. Elle a commencé à vidanger
" la cuvette le 1 - 9, dans le GOROM Aval qui s'est trouvé très
" rapidement mis en eau de ce fait. Il faudra donc prévoir, dès
" l'année prochaine, un ouvrage de décharge à l'emplacement de la
" brèche pour parer à des submersions trop rapides de la rizi-
" ère basse.

" A partir du 11 SEPTEMBRE, nous avons réouvert BOUNDOUM NORD,
" les 3 passes à 0,40, soit 1,80 m2.

" A la réouverture des vannes le 11 SEPTEMBRE, la cote à l'échelle
" 6 Bis qui était passée de 1,41 à 1,33 le 25 AOUT, reprend la cote
" 1,44 le 15 SEPTEMBRE, soit une montée de 1,5 cm/jour. A partir
" de cette date, 15 SEPTEMBRE, il y avait urgence si l'on voulait
" sauver des rizières hautes établies à la cote 1,90 à réaliser un
" barrage en terre dans le canal de BOUNDOUM.

" Ce premier barrage a résisté du 15 au 22 SEPTEMBRE, permettant
" quand même une mise en eau de l'ensemble des rizières hautes.
" Au cours de cette période, la cuvette basse de BOUNDOUM n'était
" plus que médiocrement alimentée, ce qui donne les dents de scie à
" l'échelle 6 Bis entre le 15 et le 22 SEPTEMBRE.

" Par contre, dès la première rupture de ce barrage, les vannes
" réglées à 0,45, soit 2 m2 environ d'ouverture, la cote à l'échelle
" 6 Bis passe de 1,37 le 21 à 1,53 le 29, soit une montée de 2 cm/
" jour. Comme les rizières hautes risquaient de périr par manque
" d'eau, le barrage fut courageusement réédifié et fonctionne du
" 1 au 18 OCTOBRE.

" En cours d'expérimentation, nous avons préconisé de faire une
" rigole de décharge au barrage pour éviter sa destruction par
" submersion.

" Cette rigole seule permet de tenir le plan d'eau à l'échelle 6 Bis
" entre la cote 1,45 et 1,50.

" Dès la deuxième rupture du barrage, le plan d'eau à l'échelle
" 6 Bis, passe de la cote 1,50 le 16 OCTOBRE à la cote 1,69 le
" 26 OCTOBRE, soit 2 cm/jour. A signaler encore que l'ouvrage n'était
" ouvert qu'à 1,60 m, soit 2 m² d'ouverture.

" Nous avons été amenés à diminuer de moitié, dès que la cote atteint
" 1,70 à l'échelle 6 Bis.

" Cependant la rizière haute n'était pas sauvée pour autant. Une troi-
" sième réédification du barrage fut entreprise le 29 OCTOBRE, avec
" réouverture des vannes à 0,15 m. Au cours de cette période, le plan
" d'eau à l'échelle 6 Bis est tombé de 1,69 le 26 OCTOBRE à 1,53 le
" 6 NOVEMBRE, soit une diminution de 1 cm par jour, explicable par
" l'évapo-transpiration non compensée et la mise en équilibre statii-
" que de l'ensemble de la cuvette.

" En effet, le 6 NOVEMBRE, la différence entre l'échelle 6 Bis et
" l'échelle 6, n'est plus que de 7 cm, malgré une vidange constante
" de la cuvette dans le bief du GOROM Aval par le marigot de DONQ.

" Au cours de la mise en eau, nous avons également constaté une autre
" vidange de la cuvette de BOUNDOUN NORD, par le marigot de GAÏLA dans
" le GOROM Aval, ce qui, compte tenu du faible appoint du GOROM Amont
" par le défluent situé immédiatement à l'Amont de BOUNDOUN, nous
" fait conclure que l'ouvrage de BOUNDOUN NORD a mis en eau en plus
" de la cuvette, le GOROM Aval, le DJEUSS Amont et mieux le SUD du
" DJOUJ par une dépression de rive droite du GOROM Aval située un peu
" en Amont de l'ouvrage du GOROM Aval.

" Cette situation semble un peu paradoxale et méritera d'être mise
" en lumière au cours de l'année 1965.

" Ce long exposé nous a semblé nécessaire, car seule la période du
" 27 JUILLET au 25 AOUT peut être considérée comme la mise en eau
" classique.

" A partir de cette date, il a fallu se livrer à des manoeuvres de
" sauvegarde des rizières en exploitation.

" Il nous semble qu'il aurait été grave de sacrifier délibérément
" les rizières au profit de l'étude hydraulique.

" Un échec total dans les rizières risquait d'entraîner un recul de
" la mise en valeur du delta.

Il apparaît immédiatement à la lecture de cet extrait, qu'il est
impossible pour le périmètre de BOUNDOUN NORD, de vérifier les
calculs hydrauliques par les vicissitudes de l'exploitation 1964.

Après la fermeture totale de l'ouvrage de prise, la vidange de la cuvette s'est effectuée par la brèche de la digue sur le marigot DONQ vers le GOROM Aval et une buse dans la digue de ceinture au droit de ce dernier marigot, qui sert d'ouvrage évacuateur partiel vers le SENEGAL.

Il est toutefois intéressant de noter que l'échelle 6 a atteint la cote 0,60 vers le 15 Janvier, ce qui permet de supposer que les périmètres peuvent au moins être drainés jusqu'à cette cote sans aucune installation spéciale.

3. PERIMETRE DU DJOUDJ

(Voir les pièces A et A3, les graphiques B3, C3, D3_C, D3_D, E3_C, E3_D et le tableau F3)

a) Description

Centrés grand périmètre est limité au NORD et à l'OUEST par le SENEGAL, au SUD par le GOROM Aval et à l'EST par le RHAD. Il participe de tous les systèmes, cuvette régulière et caractérisée, dite de DEBI au NORD-OUEST, dépressions profondes mais irrégulières au centre et au SUD-EST, découpage par de nombreux marigots vers le SUD-OUEST et enfin aux cotes hautes, au NORD-EST, un micro relief très accusé.

L'alimentation de cette cuvette est assurée par trois ouvrages :

. L'ouvrage de l'île aux CAIMANS, celui de DEBI et celui du DJOUDJ

Le CAIMAN calé à la cote théorique - 1 a 4 pertuis de 2,50 m. Un canal adducteur de 3 km complète l'alimentation et assure l'accès vers la cuvette.

DEBI calé à la cote théorique - 0,50 a 3 pertuis de 1,50 m ; il donne sur un ancien marigot.

Le DJOUDJ calé à la cote - 2 a 4 pertuis de 2,50 m. Il se trouve à l'origine des puissants marigots qui emplissaient et évacuaient la cuvette de DJOUDJ en écoulement naturel.

Dans le projet DUBOIS, ce dernier ouvrage pouvait être ou adducteur, ou évacuateur.

Nous ne parlerons pas de l'ouvrage de DEBI qui est sans histoire.

Dans le projet DUBOIS il satisfait largement à sa fonction qui était de commander l'alimentation de la cuvette de DEBI déjà signalée au NORD-OUEST. Dans le projet final, son rôle sera tout aussi efficace et s'il peut intervenir dans la submersion de l'ensemble du DJOUDJ comme appoint et régulateur de niveau, cette intervention est théoriquement inutile.

Le bourrelet de berge qui délimite le périmètre du DJOUDJ ne l'aurait pas classé dans les submersions possibles à 2,0, car les bourrelets à cette hauteur moyenne n'existent qu'à l'EST, au NORD et au SUD-EST. La création de la digue semi-périphérique qui forme ce périmètre au NORD et à l'OUEST rend possible la submersion à 2 m. Il serait regrettable de ne pas profiter de ce cointurage au 3/4 exécuté.

b) Schéma d'exploitation théorique

Le schéma d'exploitation a été calculé pour les 2 ouvrages du CAÏMAN et du DJOUDJ ; chacun étant supposé alimenter l'ensemble du périmètre.

. Ouvrage de CAÏMANS

Dans le cas de la submersion totale et avec la crue naturelle du SENEGAL de fréquence 80%, l'ouvrage du CAÏMAN pourrait seul assurer la submersion de la cuvette à 1 m (le plan d'eau devant être amené à 1,03).

Par contre, la vitesse à travers l'ouvrage dépasserait d'une manière continue 2,50 m/s. Cette solution de la submersion totale ne peut donc être envisagée.

Dans le cas de la submersion avec diguettes établies aux cotes 0,5, 1 et 1,50, l'ouvrage permet la submersion à 1,20 avec un plan d'eau amené à 1,34.

La marge de perte de charge pour la submersion à 1,20 est de 0,24 m. Les canaux adducteurs devront donc avoir une débitance de :

$$\sqrt{\frac{25,25}{\frac{0,24}{3000}}} = 2\,730,$$

débitance importante, mais parfaitement concevable ; encore faut-il remarquer que nous avons sciemment exagéré la longueur du canal pour atteindre la zone de submersion à la cote 1,20.

Dans le projet final de la submersion à 1,90, le niveau du SENEGAL devrait être stabilisé à 2,06.

Ouvrage de DJOUDJ

Dans le cas de la submersion totale, l'ouvrage du DJOUDJ assure l'exploitation de la cote 1 (plan d'eau amené à 1,07). Il convient cependant de remarquer que c'est un cas limite ; le point de fonctionnement se trouvant à l'intérieur de la fourchette de variation du niveau du SENEGAL.

Dans le cas de la submersion avec diguettes, l'exploitation est également assurée jusqu'à 1 avec élévation du plan d'eau à 1,08.

Dans le projet final de submersion à 1,90, le niveau du SENEGAL devrait être stabilisé à 2,21, pour la submersion totale et 2 pour la submersion avec diguettes.

La cote 1,20 étant atteinte à l'aval immédiat de l'ouvrage, la débitance naturelle est infinie. Il n'y a donc aucun problème de canal adducteur.

Chacun de ces deux ouvrages pouvant alimenter théoriquement et séparément l'ensemble de la cuvette, il est évident que l'action simultanée des deux donne toute possibilité à la mise en valeur du périmètre jusqu'à la cote 1,20 avec la crue naturelle de fréquence 80% et 1,90 avec le niveau du SENEGAL stabilisé. Dans la pratique, la campagne hydrologique de 1964 en apporte confirmation.

c) Réseau de drainage

Dans le cas de la crue naturelle, l'ouvrage du DJOUDJ peut seul assurer le drainage du périmètre sous la condition d'aménager les accès à l'ouvrage et du côté cuvette et du côté SENEGAL.

Il est intéressant de remarquer que sans dispositions spéciales, ce drainage ne saurait aller en-dessous de 0,40, qui représente un niveau moyen supérieur des marées. Il y aurait même danger d'introduction d'eau salée si l'ouvrage n'était pas formé en-dessous de cette cote.

Cette question de drainage joue un rôle important dans le cas du périmètre du DJOUDJ, cuvette salée qui doit être lessivée chaque année. Sous cet angle les deux ouvrages du CAÏMAN et DJOUDJ, apparemment surdimensionnés, se complètent. Dans le cas du drainage définitif, l'ensemble des canaux de drainage aboutissant au RHAD et au GOROM Aval et de là vers le DJEUSS, devrait avoir une débitance de :

$$\frac{169,75}{\sqrt{0,000025}} = 35\ 950, \text{ dans le cas de la submersion totale, et}$$

$$\frac{18}{\sqrt{0,000025}} = 3\ 600, \text{ dans le cas de la submersion avec diguettes,}$$

(0,000025 étant la pente moyenne de l'artère principale de drainage du DJEUSS).

La submersion totale est manifestement non viable pour le projet final.

Remarque

Le lessivage étant plus efficace dans le cas de submersion totale, il est intéressant de faire remarquer que ce lessivage doit être activement conduit pendant l'étape intermédiaire.

d) Exploitation 1964

L'équipement hydrologique comprenait les échelles à l'amont et à l'aval des trois ouvrages. L'échelle n° 14 dans la cuvette de DEBI, à 5 km de l'ouvrage, l'échelle n° 11 au nord de la cuvette vers RHONE, l'échelle n° 12 au bout du canal adducteur de l'ouvrage du CAÏMAN, l'échelle n° 16 à l'OUEST, l'échelle 15 au SUD-OUEST et l'échelle 13 au SUD.

M. MAURICE a décrit la mise en eau du DJOUDJ en séparant DEBI et DJOUDJ.

Extrait du rapport de M. MAURICE

" Mise en eau de la cuvette de DEBI

" Comme nous n'avions pas à nous préoccuper de rizières, la mise en eau fut conduite toutes vannes ouvertes dès lâchage du coin salé vers le 20 JUILLET.

" Les observations commencent à partir du 28 JUILLET et la cote aval de l'ouvrage est passée de 0,40 à 1,40 le 17 SEPTEMBRE, date de la fermeture partielle des 3 vannes à 0,75 m.

" Dans la même période, l'eau à l'échelle 14 est passée de 0,40 à 1,22, cote de la submersion optimum.

" Nous voyons donc que la montée de l'eau a été respectivement de :

" . Côté SENEGAL : $0,47$ à $1,41 = 0,94$ m en 50 jours, soit
" $1,88$ cm/jour ;

" . Côté Aval ouvrage : $0,47$ à $1,40 = 0,93$ m en 50 jours, soit
" $1,86$ cm/jour ;

" . Rizières : $0,40$ à $1,42 = 1,02$ m en 50 jours, soit $2,04$ cm/jour ;

" C'est à dire qu'il n'y a pas lieu d'intervenir pendant cette période.

" Dès la réduction de la section mouillée de $6,75$ m² à $3,40$ m²,
" nous n'observons qu'une faible diminution de la montée, puisque
" l'échelle aval ramenée à $1,38$ après manoeuvre était à nouveau
" à $1,40$ le 21.

" Pour étudier les besoins en eau nécessaires à l'entretien, nous
" avons alors fermé complètement l'ouvrage du 21 au 30 SEPTEMBRE.
" Au cours de cette période, l'échelle aval passe de
" $1,40$ à $1,23 = 17$ cm et l'échelle 14 de $1,14$ à $1,02 = 12$ cm.

" Le 30 SEPTEMBRE, nous avons réouvert de $0,20$ m (section mouillée
" 1 m² environ) pendant 5 jours, pour calculer l'ouverture optima
" d'entretien.

" Nous constatons que cette ouverture visait à maintenir le plan
" d'eau à niveau constant.

" Puis, nous avons fait un essai de remise en eau, les vannes
" levées à $1,50$ m, soit $2,25$ m² d'ouverture au cours de la période du
" 5 au 20 OCTOBRE.

" Les cotes à l'échelle Aval sont passées de $1,24$ à $1,38$, soit 16 cm,
" à la cadence moyenne de 1 cm/jour à l'échelle 14 de $1,10$ à $1,22$,
" soit 12 cm.

" Puis, nous avons reformé à $0,20$ m pour l'entretien normal et
" amorcé la mise à sec qui peut théoriquement commencer à la date
" du 11 NOVEMBRE.

" Cette mise en eau est très simple et nous serions partisans de
" laisser subsister l'exutoire par le seuil qui permet la vidange de
" cette cuvette par le DJOUDJ vers les cotes $1,10$ ou $1,20$.

" Mise en eau de la cuvette du DJOUDJ

" A l'ouvrage du CAÏMAN, le bourrelet du fleuve fut coupé le
" 25 JUILLET. La mise en eau commençait, l'ouvrage du CAÏMAN tou-
" tes vannes ouvertes, le DJOUDJ toutes vannes fermées.

" Du 28 JUILLET au 9 SEPTEMBRE, seul l'ouvrage de CAÏMAN alimentait
" la cuvette avec des manoeuvres qui seront exposées plus loin.

" A cette date, la position aux échelles était la suivante :

" . 9 SEPTEMBRE

" Echelle Aval CAÏMAN	= 0,66
" Echelle Aval DJOUDJ	= 0,53
" Echelle 11	= 0,75
" Echelle 12	= 0,54
" Echelle 13	= 0,50
" Echelle 15	= 0,53
" Echelle 16	= 0,53

" Le plan d'eau s'établissait donc dans l'ensemble à une cote un
" peu supérieure à 0,50 IGN et la montée de l'eau entre 0 et 0,50
" s'était réalisée à la cadence moyenne d'un peu plus de 1 cm/jour.

" Pendant la même période, le plan d'eau du SENEGAL devant l'ouvrage
" du CAÏMAN s'élève de 0,22 à 1,60, soit 1,48 m en 42 jours à la
" cadence de 4,2 cm/jour.

" Les Manoeuvres à l'ouvrage de CAÏMAN

" Au cours de la période précitée, l'ouvrage de CAÏMAN fut fermé
" totalement du 14 au 28 AOUT, pour essayer de limiter la submer-
" sion dans la rizièrre de RHONE, qui n'était pas encore entière-
" ment semée.

" En reprenant en détail le graphique de la mise en eau, nous
" constatons que la montée à l'échelle 11 suit la montée à l'échel-
" le Aval de l'ouvrage du CAÏMAN et qu'il faudrait un ouvrage de
" régulateur sur le défluent adducteur de cette rizièrre.

" Du 28 JUILLET au 14 SEPTEMBRE, l'ouvrage a fonctionné toutes
" vannes ouvertes. Les plans d'eau dans l'ensemble de la cuvette
" étaient :

" . Echelle Aval ouvrage = 0,96

" Il semble se dégager de la première phase de mise en eau par
" cet ouvrage, que si nous l'avions laissé fonctionner, ouvert en
" grand du 28 JUILLET au 7 SEPTEMBRE, la cuvette du DJOUDJ n'aurait
" pas été loin d'atteindre la cote 1 de la submersion optimum.

" Dans cette hypothèse, la vitesse de montée moyenne dans la cuvette
" aurait été de 2 cm/jour, donc trop rapide pour la croissance nor-
" male du riz.

" Dans le même temps, le fleuve serait monté à la vitesse moyenne
" de 3,5 cm/jour.

" A partir du 8 SEPTEMBRE, les riziculteurs de TIGUET demandent
" que l'eau vienne plus vite dans leurs rizières et nous avons
" donc ouvert l'ouvrage du DJOUDJ avec prudence pour arriver à
" l'ouverture 0,40 m des 4 passes le 11 SEPTEMBRE.

" Puis les 4 passes furent ouvertes totalement le 15.

" A ce moment, comme la mise en eau s'avèrait nettement trop rapide,
" nous refermâmes les vannes de 1 m, le 17 et le 22 l'ouvrage était
" fermé complètement pour vérifier la situation et reprendre
" l'admission contrôlée après vérification complète de la mise en
" eau.

" Nous voyons sur le graphique le déroulement de la mise en eau
" par l'ouvrage du DJOUDJ.

" Les échelles 12 et 13 méritent un commentaire. Ces deux échelles
" situées sur un axe sensiblement NORD-SUD de la cuvette n'ont
" accusé, comme dénivelée maximum, que :

" . 10 cm sur une distance de 10 km entre les 2 échelles et
" minimum de 2 cm.

" De même que la dénivelée entre l'échelle 12 située en bout du
" canal du CAÏMAN et l'échelle Aval de l'ouvrage du DJOUDJ, soit
" sur 15 km environ, n'était plus que de 6 cm dans l'ouvrage du
" DJOUDJ tout ouvert.

" Cet équilibre hydro-statique remarquable pour une cuvette aussi
" vaste, montre que l'eau circule librement dans l'ensemble des
" marigots. "

Nous n'avons aucun commentaire à ajouter aux observations de M. MAURICE.
La mise en eau des périmètres du DJOUDJ confirme les déductions théori-
ques. Le jeu simultané du CAÏMAN et du DJOUDJ permet un réglage mathéma-
tique du plan d'eau et les observations avec le seul ouvrage du CAÏMAN
ouvert, mais non en totalité pendant la durée de la submersion, approche

tellement près des déductions mathématiques, qu'elle prouve la possibilité de la submersion avec ce seul ouvrage.

Le drainage par le seul ouvrage du DJOUDJ non totalement ouvert, qui a duré un mois, est également probant de ses capacités d'ouvrage évacuateur suivant nos propres données calculées.

La cote est descendue à 0,30, mais l'influence de la marée rentre en jeu, l'échelle ayant été lue au creux de cette marée.

4. PERIMETRE DE DJEUSS RIVE DROITE

(Voir les pièces A et A4, les graphiques B4 et C4)

Ce périmètre est une partie de la cuvette du DJEUSS du rapport DUBOIS. Il est limité au NORD par le GOROM, à l'OUEST par la colline de RONE, au SUD et SUD-OUEST par la digue de MAREYE et le DJEUSS Marigot et à l'EST par le drainage présumé du DJOUDJ.

C'est une pseudo-cuvette à dépressions profondes, ancien lit de marigots, dont le DIEG ; la cote de submersion est de 1,50.

Ce périmètre est en communication avec le SENEGAL par l'ouvrage du DIEG.

Cet ouvrage calé à la cote 0,0 et disposant de 3 pertuis de 1,50 m de largeur est nettement insuffisant pour assurer l'exploitation du périmètre.

Dans le rapport DUBOIS, il n'était d'ailleurs qu'un ouvrage de décharge, l'alimentation de la cuvette du DJEUSS étant assurée à partir du GOROM Aval.

Comme il ne saurait être question de mettre en oeuvre des travaux, dont l'utilité future pourrait être contestée, il semble préférable d'assurer la submersion de ce périmètre par l'ouvrage du DJOUDJ qui, nous l'avons vu, peut aller au-delà du simple rôle d'ouvrage de prise pour les périmètres du DJOUDJ, l'ouvrage de DIEG servant d'appoint.

En étape intermédiaire, aucun travail ne sera nécessaire, un marigot naturel mettant en communication le périmètre du DJOUDJ et celui du DJEUSS Rive droite par l'intermédiaire du GOROM Aval.

Dans l'étape finale, la liaison par ce marigot naturel sera doublée d'un canal adducteur à partir de l'ouvrage du DJOUDJ, permettant l'établissement d'un réseau de drainage cohérent.

Ce réseau de drainage définitif ne souffre apparemment aucune difficulté, les trois cuvettes formant l'essentiel du périmètre du DJEUSS rive droite devant être reliées entre elles avant de rejoindre le DJEUSS qui les délimite.

Aucune lecture, sauf celle des échelles Amont et Aval de l'ouvrage de DIEG, n'ont pu permettre de suivre l'évolution du plan d'eau de ce périmètre, pendant la campagne hydrologique 1964.

L'observation des photos aériennes montre que ce plan d'eau a suivi les mouvements de celui du DJOUDJ à qui il est intimement lié.

5. AUTRES PERIMETRES RIVE DROITE DU DJEUSS

(Voir les pièces A et A5)

Ces autres périmètres sont ceux de MAKÀ, entre les digues de MAREYE et de KEURSAMBASO et les périmètres plus aval de M'BAREYE.

En étape intermédiaire, le premier de ces périmètres, celui de MAKÀ, ne sera pas exploité. En étape finale, il sera alimenté par l'ouvrage de MAKÀ, calé à la cote théorique 0,0 avec un pertuis de largeur 1,50 m.

Cet ouvrage était prévu pour évacuer l'eau de la poche salée, dont nous avons parlé à propos de la réserve d'eau potable de SAINT-LOUIS.

Les autres périmètres plus à l'Aval, dont une partie exploitée, seront alimentés en étape intermédiaire, comme ils le sont actuellement par le GOROM-LAMPSAR à partir du barrage de MAKHANA.

Ultérieurement, la digue-route de DAKAR BANGO devra être conçue comme la digue de ceinture du delta rive gauche avec des ouvrages permettant la submersion de ces périmètres à partir du SENEGAL. Cette submersion pourra être, soit saisonnière, soit permanente, suivant l'emplacement du barrage régulateur de niveau du plan d'eau du SENEGAL.

Le drainage sera assuré par le DJEUSS qui délimite ces périmètres.

Il nous est impossible de donner d'autres précisions ; la topographie de ces derniers périmètres étant inexistante.

6. PERIMETRES DEPENDANT DE L'ARTERE GOROM-LAMPSAR

Ouvrage de RONQ

(Voir le graphique D et le tableau F)

Le schéma d'exploitation de l'ouvrage, pour différentes cotes de

submersion, les marges de pertes de charge considérées en relation avec l'étude hydrologique du GOROM-LAMPSAR (Voir le chapitre VIII ci-après), sont largement explicites du fait que l'ouvrage de RONQ assure et au-delà sa fonction d'ouvrage de prise pour les périmètres dépendant de l'artère adductrice du GOROM-LAMPSAR.

Les problèmes d'alimentation ne viendront pas de l'ouvrage, mais de l'artère elle-même.

Dans le projet final, le niveau du SENEGAL doit être stabilisé à environ 2,30 m pour satisfaire aux conditions de submersion telles qu'elles seront exposées dans le chapitre VII.

1. Cuvette de DIAMBAR

(Voir les pièces A et A1 et les graphiques B6₁ et C6₁)

Cette cuvette fut aménagée antérieurement aux travaux de 1964. Elle est donc ceinturée par une digue assez élevée, qui la protégeait de la crue du SENEGAL. Géographiquement, c'est une partie du périmètre des DJEULEUSS.

Un ouvrage à deux pertuis et batardeaux assure son alimentation. Cet ouvrage est à DIAMBAR, peu avant la confluence avec le KASSAK.

Bien qu'il semblerait assez logique de reclasser cette cuvette avec le périmètre des DJEULEUSS, les débits nécessaires à son exploitation sont si peu importants, qu'elle peut continuer à faire partie de des périmètres desservis par le GOROM-LAMPSAR.

Le drainage est direct sur le DIOVOL.

2. Périmètre des KASSAK NORD et SUD

(Voir les pièces A et A6₂, les graphiques B6₂, C6₂, E6₂ et le tableau F6₂).

. Description

Délimité au NORD par le GOROM, à l'OUEST par le LAMPSAR, puis par un marigot non drainé qui l'isole du TELEL, au SUD par une partie du KASSAK puis la route de SAINT-LOUIS-ROSSO, à l'EST par une autre partie du KASSAK et une ligne artificielle qui le sépare du DIOVOL, ce périmètre est assez mal défini.

Géographiquement et morphologiquement, on note 2 parties distinctes séparées par le marigot de KASSAK : le KASSAK NORD et le KASSAK SUD.

Le KASSAK NORD est une cuvette bien accusée, dont les fonds voisinent 0,40. Vers l'EST, le niveau se relève vers une zone de microrelief.

Le KASSAK SUD est formé de 2 dépressions allongées, dont l'une seulement aurait le faciès d'une cuvette, mais à fond élevé, l'autre est traversée par un marigot important, le LAGAR.

Le KASSAK SUD devrait normalement être rattaché au DIOVOL. Nous l'avons incorporé dans le même périmètre que le KASSAK NORD, car il profite de la même alimentation, soit de la même hydrologie.

. Schéma d'exploitation

Il n'y a pas de schéma d'exploitation, aucun ouvrage n'étant construit. Par contre, l'étude hydrologique du GOROM-LAMPSAR (Chap. VII) donne implicitement les conditions que doit remplir cette artère pour assurer la mise en valeur du périmètre.

Nous signalerons également que les conditions d'exploitation du rapport DUBOIS étaient satisfaites par le GOROM-LAMPSAR sans recalibrage.

L'ouvrage de prise commun du périmètre des KASSAK NORD et SUD se situe presque obligatoirement à DIAMBAR, à l'emplacement de la brèche qui y fut pratiquée en 1964. Les tableaux et graphiques joints donnent un ordre des débits nécessaires en fonction des cotes de submersion. Il y apparaît également l'ouverture totale des pertuis de l'ouvrage de prise, travaillant dans des conditions normales et calé à la cote indiquée.

En étape intermédiaire et dans les limites du projet DUBOIS, l'ouvrage commun de DIAMBAR suffira à assurer l'exploitation du périmètre ; les seuls travaux complémentaires seront le recalibrage des marigots d'accès ou de jonction du KASSAK SUD.

Dans le projet final, l'accès naturel à la cuvette du KASSAK NORD par le Sud deviendra drainage et il sera nécessaire de prévoir un canal adducteur indépendant, ainsi qu'une digue de fermeture du marigot du KASSAK à l'Aval de canal. Les études de détail décideront si des ouvrages de prise particuliers seront indispensables pour les 2 parties NORD et SUD du périmètre.

. Réseau de drainage

Le réseau de drainage est suggéré par la morphologie et le tracé des marigots secondaires, comme la carte schématique le précise. Il nous est impossible d'aller plus avant dans le détail.

En tout état de cause, nous donnons l'ouverture des pertuis d'un ouvrage unique de drainage.

Suivant les dispositions de détail adoptées, on peut envisager plusieurs ouvrages. L'ouverture totale sera divisée au prorata des apports de volume d'eau de vidange intéressant les ouvrages particuliers prévus.

Quoi qu'il en soit, le tronçon commun de drainage du périmètre aurait dans le cas le plus défavorable une débitance de :

$$\frac{7,70}{\sqrt{0,00002}} = 1\,730,$$

débitance parfaitement acceptable, à fortiori, le problème sera facilité si l'ouvrage d'évacuation n'est pas unique.

Nous signalons que nous n'avons envisagé que le cas de submersion avec diguettes, le périmètre étant non salé et ne nécessitant pas une chasse totale.

. Campagne hydrologique 1964

La rupture provoquée de la digue de DIAMBAR le 28 AOUT a permis la mise en eau du KASSAK NORD et du KASSAK SUD.

Extrait du rapport de M. MAURICE :

" Cuvette du KASSAK NORD

" La montée du plan d'eau dans la cuvette du KASSAK NORD fut suivie sur l'échelle N° 4.

" Cette mise en eau a été faite à travers la brèche de DIAMBAR par l'intermédiaire du marigot de KASSAK.

" Un graphique sur lequel nous trouvons la courbe à l'échelle 1 Bis du DIAMBAR et la courbe à l'échelle 4, permet de constater que dès la rupture de la digue le 28 AOUT qui avait suivi l'ouverture de la brèche du KASSAK, le plan d'eau passe de 0,75 le 27 AOUT à 1,10, cote de la submersion optimum de la rizière le 3/9 soit en 7 jours à la vitesse de 5 cm/jour.

" Si nous avions eu un ouvrage régulateur à DIAMBAR, la mise en eau aurait pu commencer dès la montée du GOROM et elle se serait réalisée très facilement suivant les impératifs de la riziculture.

" En effet, nous voyons sur notre graphique, que la perte de charge moyenne entre l'échelle 1 Bis et l'échelle 4 est de l'ordre de 0,04 m ; ce qui est très faible.

" Cuvette du KASSAK SUD

" Cette cuvette située entre la route SAINT-LOUIS-ROSSO et le
" KASSAK n'a pas été alimentée convenablement par la crue.

" L'échelle 2, qui fut placée au fond de cette cuvette n'a été
" d'ailleurs suivie que très sporadiquement par manque de person-
" nel et de matériel.

" Pour assurer une bonne alimentation de cette cuvette, il faudra
" creuser les embryons des défluentés comme prévu au projet MAS.
" Cette amélioration sera suffisante en première étape.

Sur le graphique original de M. MAURICE, nous avons éliminé
l'échelle IBIS pour la remplacer par notre propre échelle GOROM-
DIAMBAR, plus représentative. Nous avons ajouté l'échelle du
LAMPSAR-KASSAK-Grande Digue.

Les reports des échelles de KASSAK et KASSAK Grande Digue,
dont les indications étaient identiques à celles de l'échelle
4 de la M.A.S. ont été éliminés.

Les conclusions se passent de commentaires. Les 3 échelles du
fond de la cuvette du KASSAK NORD, celle de la MAS et les 2
nôtres, accusent une homogénéité de mesures telles que l'on
peut conclure à l'extrême facilité de la submersion de ce péri-
mètre, dont le plan d'eau dans son ensemble répond immédiatement
à tous les mouvements du niveau amont d'alimentation.

Cette situation, comme l'indique M. MAURICE, sera largement
améliorée avec un ouvrage de prise bien dimensionné.

. Remarque importante

Nous ne pouvons préjuger du tracé définitif du drainage des
DJEULEUSS, qui peut soit cotoyer, soit traverser le KASSAK SUD.
Dans ce dernier cas, une partie du KASSAK SUD devra être ratta-
chée au périmètre du DIOVOL.

3. Périmètre de TELEL-Grande Digue

(Voir les pièces A et A6₃, les graphiques B6₃ et C6₃, le tableau F6₃)

Ce périmètre est limité au NORD par le KASSAK, à l'OUEST par
le LAMPSAR, au SUD par la route SAINT-LOUIS - ROSSO et à l'EST par le
marigot de drainage projeté du KASSAK NORD.

C'est une pseudo-cuvette avec quelques dépressions irrégulières au SUD. Une zone de micro-relief très importante s'étend vers le NORD. La coutume veut que l'on appelle Grande Digue la partie Nord et TELEL la partie SUD. Cette dernière est partiellement en exploitation rizicole.

Le tableau ne concerne qu'un ouvrage de prise commun, mais l'on peut imaginer 2 alimentations, l'une à MAFALSAGO pour Grande Digue, l'autre à TELEL pour TELEL. L'exploitation rizicole est d'ailleurs contrôlée en ce point par un ouvrage primitif à batardeaux.

Le marigot de DIAL est l'artère naturelle de drainage. Il rejoint les drainages du DJEULEUSS, du KISSAK et du DIOVOL. La débitance maximum du tronçon commun est égale à :

$$\frac{7,70 + 9,70}{\sqrt{0,00002}} = 3\ 900$$

Le mouvement de plan d'eau a été suivi en 1964 sur l'échelle 3 ; la cuvette étant exploitée, ces mouvements ont été guidés par les impératifs agricoles et ne peuvent être interprétés qu'avec prudence.

Il est intéressant cependant de noter que l'exploitation est très facilement améliorable ; le marigot transformé qui sert de canal adducteur accuse une perte de charge de plus de 20 cm. Ce canal doit être recalibré et surtout entretenu.

4. Périimètre de BOUNDOM-OUEST

(Voir les pièces A et A6₄, les graphiques B6₄ et C6₄, le tableau F6₄)

. Description - Exploitation

Limité au NORD et NORD-OUEST par le GOROM, à l'EST par le LAMPASAR, ce périmètre a des limites SUD-OUEST correspondant à la ligne, à la fois schématique et naturelle qui sépare les 2 classes de périmètres définies par les bourrelets de berge aux cotes moyennes de 2 et 1,5. Cette ligne a été ensuite remaniée pour coïncider avec des frontières naturelles de marigots.

Ce périmètre diffère donc notablement de celui décrit dans le rapport DUBOIS et qui se limitait à la seule cuvette de BOUNDOM-OUEST.

Cette cuvette au NORD est une cuvette franche descendant à la cote 0,5 ; le reste du périmètre a un microrelief.

L'emplacement de l'ouvrage de prise a été schématisé sur le LAMPSAR à l'aval de BOUNDOUM. Il est fort probable que l'étude de détail pour cette cuvette à 2 aspects nettement différenciés, imposera 2 alimentations ; la seconde plus à l'aval sur le LAMPSAR.

Le premier ouvrage de prise donnant sur la cuvette franche devra être calculé pour la submersion totale de cette partie du périmètre. Cette cuvette est en effet la plus salée du périmètre et de ce fait doit être soigneusement lessivée.

. Réseau de drainage

Le périmètre de BOUNDOUM-OUEST a partout accès direct sur l'artère de drainage principale du DJEUSS. Une des branches du DJEUSS traverse même la cuvette.

Le ou les ouvrages de décharge de la cuvette Nord devront être évidemment traités dans le cas de la submersion totale, comme l'ouvrage de prise.

Les caractéristiques des tableaux pour un ouvrage unique, soit dans le cas de prise, doit dans le cas de vidange tiennent compte de cette condition.

.. Campagne hydrologique 1964

L'échelle 10 de Keur-Ali permet de suivre le plan d'eau de BOUNDOUM-OUEST.

La cuvette de BOUNDOUM-OUEST fut remplie et par le shuntage de la digue de BOUNDOUM sur le GOROM Aval, et par le GOROM par la brèche dans la digue de protection de BOUNDOUM NORD et par le SENEGAL à travers la cuvette : cette dernière alimentation étant de beaucoup la plus importante (3/4).

Comme pour tous les périmètres étudiés, on ne peut noter que la parfaite réponse des mouvements du plan d'eau de la cuvette à ceux des alimentations.

5. Périmètre du KRANKAYLE

(Voir les pièces A et A6₄, les graphiques B6₅ et C6₅, le tableau F6₅)

Nous abordons avec le KRANKAYLE les périmètres submergés à 1,5.

Il est limité au SUD par le LAMPSAR, au NORD par le DJEUSS, à l'EST par le périmètre du BOUNDOUN OUEST et à l'OUEST par un marigot sans dénomination, servant de limite naturelle en même temps que de drainage.

Ce périmètre n'existait pas dans le rapport DUBOIS. Le micro-relief est très accusé. Les dépressions ne sont que des fonds de marigots.

L'alimentation est prévue par les marigots de LE GOET KRANKAYLE.

Le réseau de drainage sera probablement diversifié, mais facilité par les nombreux marigots du périmètre, la plupart d'entre eux confluent vers le DJEUSS.

6. Périmètre du DJEUSS Rive gauche

(Voir les pièces A et A₆, les graphiques B₆ et C₆, le tableau F₆)

C'est l'ancien DJEUSS Aval du rapport DUBOIS, limité à la digue de MAREYE et alimenté par le LAMPSAR. Le DJEUSS en est la limite NORD, la digue de MAREYE, la limite SUD-OUEST et la colline de BESSETE, la limite SUD.

Les caractères morphologiques sont identiques à ceux du DJEUSS rive droite, soit des dépressions profondes vers l'aval, mais irrégulières et à micro-relief accusé vers l'amont.

L'alimentation par le LAMPSAR demandera pour les cotes de submersion basse, un canal adducteur assez long, environ 4 Km. Par contre, le débit étant faible (2 m³/s), pour ces cotes, la peinture du canal sera peu importante.

Il n'existera aucune difficulté pour le drainage direct sur le DJEUSS.

Des échelles existaient sur la digue de MAREYE, elles n'ont pas été suivies, des effondrements sur la digue les ayant rendues inaccessibles.

7. Périmètre de la vallée du LAMPSAR

(Voir les pièces A et A₆, les graphiques B₆ et C₆)

Ce périmètre est paradoxalement le plus exploité et le moins connu. M. DUBOIS en a parlé dans son rapport, mais assez rapidement. Nous ne pouvons pas plus le détailler aujourd'hui, aucun rapport n'étant intervenu entre temps et les cartes avec courbes de niveau toujours inexistantes.

Ce périmètre représentait à l'origine le lit majeur du marigot du LAMPSAR. Nous l'avons considérablement élargi :

en y incorporant des appendices tels que celui qui se prolonge au delà du Pont du GENDARME et celui de SAVOIGNE (traités séparément par M. DU-BOIS) ;

en l'étendant jusqu'à l'artère de drainage du DJEUSS.

La rive gauche du LAMPSAR est presque entièrement exploitée ; les rizières sont en général séparées du MARIGOT par des diguettes avec des ouvrages rustiques ; parfois ces diguettes sont supprimées.

Pour les besoins de nos calculs, nous avons artificiellement réduit à 5 les ouvrages de prise existants ou à prévoir.

Le réseau de drainage est dans sa conception très simple. La rive droite drainant vers le DJEUSS, la rive gauche vers MENGAYE par le Pont du GENDARME.

Ce réseau exigera cependant des études plus serrées que celles des précédents périmètres, le périmètre étant allongé et les sorties de drains peu nombreuses.

7. PERIMETRES INDEPENDANTS DES OUVRAGES DE LA DIGUE DE CEINTURE :

. Généralités

L'alimentation des périmètres du DIOVOL et de la dépression du N'DIAEL par le marigot du MENGAYE doit être prévue en dehors des ouvrages de prise de la digue de ceinture.

Si les possibilités hydrauliques de ces ouvrages permettent cette alimentation, il n'en est pas de même du réseau adducteur qui aurait besoin de modifications profondes, anti-économiques, pour desservir ces deux périmètres.

En particulier, l'ouvrage de RONQ a une capacité suffisante pour submerger avec diguettes le N'DIAEL-MENGAYE. Par contre, les rectifications indispensables sur le GOROM- LAMPSAR pour assurer la débitance voulue, seraient telles qu'elles ne pourraient être financièrement justifiées.

D'autre part, ces 2 périmètres sont facilement exploitables jusqu'à la cote 2,5.

Si tant est que l'on puisse arriver à ce niveau par gravité, par une alimentation extérieure, autant profiter de cette circonstance pour augmenter les surfaces de cultures.

1. Périmètre du DIOVOL

(Voir la pièce A et le graphique B7₁)

Le DIOVOL est en cours d'étude pour une exploitation particulière de canne à sucre. Cette particularité l'écarte de notre rapport.

Cependant, le drainage étant en partie commun avec les DJEU-LEUSS, nous avons dans la carte schématique figuré l'allure générale des réseaux d'alimentation et de drainage. Nous avons ajouté le graphique des surfaces en fonction des cotes du terrain naturel.

2. Périmètre du N'DIAEL-MENGAYE

(Voir la pièce A et les graphiques B7₂ et C7₂)

Il est intéressant de remarquer que l'origine de l'alimentation présumée du DIOVOL dans le projet en cours, se situera très proche de celle de l'exploitation du périmètre de N'DIAEL-MENGAYE.

Il serait plus qu'utile que ce projet envisage d'assurer le débit nécessaire à la mise en valeur de ces 2 périmètres, l'avenir ne risquera pas ainsi d'être compromis.

A cet effet, nous donnons le graphique des débits en fonction des cotes de submersion pour le N'DIAEL-MENGAYE dans les cas de la submersion totale et de la submersion avec diguettes.

On note la très grande différence des débits dans l'un et l'autre cas de submersion.

Cette différence due à la forme de la dépression, permet de reprendre le problème du N'DIAEL, non comme réserve d'eau, mais comme exploitation rizicole ou autre.

Le rapport DAVIN qui envisageait la réserve d'eau n'avait pas des conclusions très optimistes. Il n'en est plus de même avec un périmètre exploité par l'agriculture.

Chapitre VII

ETUDE PARTICULIERE DU GOROM-LAMPSAR

-

1. DESCRIPTION

a. Généralités

(Voir les pièces A et L 9)

Cette étude particulière était l'objet de la convention SOGREAH. Nous avons ajouté au LAMPSAR lui-même le GOROM Amont. Ils ne peuvent être dissociés et depuis l'exécution de la digue de BOUNDOUM sur le GOROM Aval, l'artère du GOROM-LAMPSAR est le seul écoulement valable du delta.

Cette artère a 4 sections nettement différenciées.

- Du SENEGAL à DIAMBAR sur 9 km le marigot est étroit, très sinueux. En grand débordement, la capacité d'absorption du lit mineur étant faible, toutes les boucles sont coupées par les eaux, laissant des traces d'érosion récentes. La direction générale est NORD-SUD.
- De DIAMBAR à BOUNDOUM sur 16 km, le marigot part en direction NORD-EST, SUD-OUEST et s'élargit tout en conservant les mêmes boucles et les mêmes traces d'érosion.

Si on continuait à partir de BOUNDOUM, le cours du GOROM arrêté aujourd'hui par une digue, il conserverait la même allure sur une dizaine de km avec cependant des traces d'érosion moins apparentes. Au-delà, les boucles s'élargissent, les traces d'érosion disparaissent, les débordements se dispersant dans les grandes fosses du DJOUDJ et DJEUSS.

A BOUNDOUM, le LAMPSAR part NORD-SUD, presque en angle droit avec le GOROM.

- . De BOUNDOUM à KASSAK-Grande Digue sur 7 km, la section est étroite, le marigot sinueux, les traces d'érosion assez faibles et limitées.
- . De KASSAK-Grande Digue à MAKHANA, sur 56 km, le marigot s'élargit progressivement jusqu'au droit du village de LAMPSAR. Il franchit ensuite un seuil fermé par l'ouvrage de MAKHANA. Sur ce parcours, il a subi deux changements de direction : à ROSS BETHIO où il prend la direction NORD-EST, SUD-EST et à MAKHANA où il revient sur lui-même. Ces deux changements de direction ont pour origine les dunes de GALLEGUI et de MAKHANA sur lesquelles il butte.

Le réseau hydrographique d'origine serait un bras du delta partant de THIAGAR et se poursuivant par le KASSAK et le LAMPSAR. Une rupture de pente sur le SENEGAL vers RONQ, dont le remous Amont aurait provoqué la rupture du bourrelet de berge, paraît l'origine du GOROM plus récent. Deux captures se seraient produites entre ces deux systèmes d'âges différents : l'une à DIAMBAR, l'autre à BOUNDOUM ; d'où le caractère particulier des deux sections de capture : RONQ - DIAMBAR et BOUNDOUM - KASSAK-Grande Digue.

Le GOROM-LAMPSAR servant de réserve d'eau potable pour SAINT-LOUIS était isolé par des digues de terre de tout apport d'eau extérieur en dehors de ceux provenant du SENEGAL en crue. En 1964, des débouchés artificiels furent ouverts, rompant certaines de ces digues ; des points particuliers de l'écoulement ont été ainsi créés.

- . Celui de DIAMBAR par la rupture de la digue qui fermait la capture du KASSAK ; une moyenne de 6 à 8 m³/s s'écoulait par la brèche ainsi ouverte.
- . Celui de BOUNDOUM : il existait autrefois un shuntage du GOROM Amont sur le GOROM Aval au niveau de BOUNDOUM par un diverticule, dont l'origine était 1 km à l'amont et qui se jetait dans le marigot de DONQ rejoignant le GOROM 500m à l'aval de BOUNDOUM. Ce shuntage fut fermé par une digue sur le marigot de DONQ ; cette digue a été ouverte en 1964 ; le GOROM Amont s'est remis en communication avec le GOROM Aval ; communication de peu d'importance (3 ou 4 m³/s) mais suffisante pour influencer les plans d'eau de ces marigots.

On peut également noter comme points particuliers, les petits ouvrages sur la digue séparant le KASSAK Aval du LAMPSAR à Grande Digue, sur celle de TELEL alimentant les rizières de TELEL et ceux sur les digues de protection des rizières de la vallée du LAMPSAR entre ROSS-BETHIO et MAKHANA.

Le KASSAK qui court-circuite de DIAMBAR à KASSAK-Grande Digue le GOROM-LAMPSAR est un marigot de la même classe que l'artère principale, mais de longueur moindre. Il aurait pu devenir un canal adducteur doublant cette artère. Malheureusement, le réseau de drainage, dont la voie naturelle passe au milieu de son parcours ne permet pas de l'utiliser comme tel.

b. Profils en travers (voir les pièces L10, L11 et L12)

Le lit mineur est parfaitement défini avec un débordement aux environs de la cote 1,60. Les bourrelets de berge délimitent un lit majeur de largeur très variable. Hormi la région de BOUNDOUM (d'ailleurs actuellement endiguée), ce bourrelet de berge est pratiquement continu. Les ruptures aux cotes de submersion qui nous intéressent sont peu nombreuses et étroites : on peut citer, outre le diverticule déjà signalé à l'amont immédiat de BOUNDOUM, une rupture vers la cuvette de BOUNDOUM-NORD et trois sur la cuvette du KASSAK NORD entre DIAMBAR et BOUNDOUM ; une à MALFASAGO vers la cuvette de Grande Digue, entre BOUNDOUM et ROSS BETHIO ; quatre sur la rive droite vers le KRANKAYLE, le DJEUSS, SAVOIGNE et PARDIAGNE et une sur la rive gauche vers le Pont du GENDARMIE, entre ROSS-BETHIO et MAKHANA.

c. Profil en long

(Voir les pièces L1, L2 et L3)

Le profil en long n'accuse aucune pente de fond. La cote moyenne est de :
- 1,65 entre MAKHANA et N'DIONGO
- 1,45 entre N'DIONGO et ROSS-BETHIO
- 1,55 entre ROSS-BETHIO et KASSAK Grande Digue
- 1,35 entre KASSAK-Grande Digue et BOUNDOUM
- 1,45 entre BOUNDOUM et DIAMBAR
- 1,55 entre DIAMBAR et RONQ

La pente superficielle en période d'écoulement n'est donc fonction que des débits et des profils en travers.

Le fond du marigot n'est qu'une série de hauts et bas fonds avec quelques seuils plus importants, non par leurs niveaux, mais par leurs longueurs.

L'un se trouve à l'amont de DIAMBAR, l'autre au droit de KASSAK-Grande Digue, un autre à l'amont de THELENE, un autre à 3 km à l'aval. On note vers N'DIONGO un relèvement de la cote moyenne ; enfin, à MAKHANA, on a déjà fait mention du seuil à l'emplacement de l'ouvrage.

d. Ouvrages

Le GOROM-LAMPSAR est fermé du SENEGAL par l'ouvrage de RONQ, que nous avons analysé.

L'ouvrage de BOUNDOUM est un simple ouvrage à batardeaux, comportant 5 pertuis d'ouvertures assez irrégulières (2,65m - 2,44m - 2,49m - 2,45m - 2,70 m), calés à environ - 0,69 : le tablier de l'ouvrage est à 1,82. Cet ouvrage depuis l'installation de celui de RONQ n'a plus aucune utilité. Il n'en sera pas tenu compte dans l'étude hydrologique. Dans les conditions actuelles et dans un proche avenir, sa présence, si elle ne sert à rien, ne gêne guère le fonctionnement du marigot devenant canal adducteur, la perte de charge au droit de l'ouvrage n'étant que de 1 à 2 cm dans les conditions normales d'exploitation du rapport DUBOIS.

L'ouvrage de MAKHANA, de construction assez rustique, a ses pertuis de 1,60m d'ouverture calés à la cote 0,64 environ. La partie supérieure des vannes mobiles de l'ouvrage est à environ 1,30. Il devrait être rehaussé et protégé pour l'exploitation actuelle en toute sécurité et complètement repris pour l'exploitation future.

Dans le cas de cette exploitation future, les ouvrages que nous avons déjà signalés à DIAOUDOUM et DAKARBANGO seront supprimés, le DJEUSS devenant artère principale de drainage ; nous avons également signalé les petites digues de protection des rizières rive gauche du LAMPSAR Aval et les ouvrages de prise pour les alimenter.

2. ETUDE HYDROLOGIQUE

a) Equipement

(Voir la pièce L9)

En 1964, pour l'étude hydrologique de l'artère du GOROM-LAMPSAR, le GOROM était équipé par la MAS de 5 échelles : une à RONQ et à l'entrée du périmètre rizicole de DIAMBAR (côté marigot), une au droit de la borne 21, soit au km 17,300 de RONQ et une au droit de la borne B.22 soit au km 23, une enfin à BOUNDOUM. Nous avons complété cet équipement par une échelle à DIAMBAR et un limnigraphe.

Sur le LAMPSAR, la MAS avait 8 échelles :

1 à BOUNDOUM

1 à TELEL

- 1 à ROSS - BETHIO
- 1 à MAKHANA
- 2 à l'amont et à l'aval du barrage de MAKHANA
- 1 à l'ouvrage de DIAOUDOU
- 1 à l'ouvrage de DAKARBANGO.

Nous avons complété cet équipement avec 8 échelles et 2 limnigraphes :

- 1 à KASSAK-NORD à 3 km à l'aval de BOUNDOUN
- 1 à KASSAK-Grande-Digue
- 1 à MAFALSAGO à l'amont de TELEL
- 1 à TELEL
- 1 à N'DIONGO
- 1 à LAMPSAR Village
- et 2 limnigraphes, l'un à MASSARA-FOULANE, l'autre au barrage de MAKHANA.

Nous avons également équipé avec des échelles le marigot du KASSAK à la brèche de DIAMBAR, la cuvette du même nom au droit de notre échelle sur le LAMPSAR, dite du KASSAK NORD, et au lieu dit KASSAK-Grande Digue et la cuvette de TELEL à la digue de TELEL.

Remarque

Un chantier de construction de pont s'étant installé à MASSARA-FOULANE sur le marigot, le limnigraphe n'a pu donner des résultats exploitables.

b) Calculs

. Considérations générales - Coefficient de MANNING

Nous avons déjà évoqué la difficulté et même l'impossibilité de conduire l'étude hydrologique à partir de procédés classiques des relevés d'échelles et de jaugeages. Le maniement intempes-
tif des ouvrages qui dirigent l'écoulement d'eau interdisait l'établissement d'un régime permanent et si ce régime existait, les faibles pentes ne permettraient pas de déceler l'instant de sa stabilité réelle.

D'autre part, après notre arrivée l'ouvrage de MAKHANA restait fermé (ou était ouvert "à la sauvette", ce qui est pire), lorsque était ouvert l'ouvrage de RONQ.

L'écoulement était figuratif de courbes de remous de remplissage ou de vidange très dangereuses à interpréter.

La crue artificielle provoquée par le représentant du BCEOM et nous-mêmes, aurait pu donner des résultats utiles. Ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, son amplitude n'était pas suffisante, du moins dans le secteur qui nous intéressait particulièrement. Elle se répercuta sur le LAMPSAR par des variations de 3 à 4 cm bien faibles pour des conclusions valables.

De surcroît, elle fut ralentie, puis interrompue pour des raisons agricoles et de sécurité ; elle n'a permis que deux ou trois jours de régime à peu près permanent.

Les jaugeages correspondant à ces quelques jours, ont servi cependant de base aux vérifications à posteriori des résultats de nos calculs théoriques ; l'utilité de la crue artificielle si elle ne fut pas démonstrative n'est donc pas à négliger.

Ces mêmes jaugeages et d'autres furent également indispensables pour l'appréciation d'un coefficient de MANNING du marigot.

Le terme "apprécié" est le seul qui convient et encore le demeure-t-il dans un régime bien déterminé. La connaissance du coefficient de MANNING demande une installation permanente et des observations répétées à des régimes différents. Nous n'avons jamais eu ni les régimes, ni le temps, ni les moyens, ni le personnel nécessaire.

D'autre part, dans un marigot à écoulement discontinu, puis arrêté 7 mois sur 12, le lit mis à découvert s'encombre de végétation et le coefficient change non seulement entre les lits mineur et majeur, mais entre le début et la fin de l'écoulement.

Il est intéressant en outre, de remarquer que le projet définitif exigera un remodelage du marigot et l'utilisation des lits majeurs étendus. La recherche du coefficient de MANNING du marigot actuel pour un écoulement bien déterminé est une base solide de l'étude, ce n'est pas un critère absolu pour un projet d'avenir.

Le coefficient de MANNING du GOROM LAMPSAR calculé en 1959 par M. DAVIN sur des références moins contrôlées, mais plus nombreuses et variées que les nôtres, (nous avons pour les raisons exposées ci-dessus expurgé nos propres jaugeages, pour ne retenir que les seuls exploitables dont la liste est précisée ci-après, voir le tableau L 13 ci-annexé) était en moyenne de 0,028. Nous trouvons 0,025.

Cette valeur sera la base des calculs. Pour permettre cependant aux projecteurs une gamme de recherches plus étendue, nous offrons les éléments nécessaires pour conduire les calculs avec le coefficient 0,030.

Notre propre étude repose sur la méthode graphique de PAVLOVSKY.

Cette méthode s'applique parfaitement au GORON LAIP SAR. Les profils en travers sont réguliers par tronçons et la pente faible réduit dans de fortes proportions les erreurs systématiques de cette méthode, erreurs provenant de la recherche des profondeurs moyennes par tronçon.

Nous donnons ci-dessous un résumé de cette méthode, qui ne se trouve pas dans les manuels courants.

. Méthode PAVLOVSKY

Le cours d'eau étudié est divisé en tronçons.

Ces tronçons doivent avoir les caractéristiques suivantes :

- a. Ecoulement non perturbé
- b. Pente superficielle présumé constante
- c. Profils en travers suffisamment similaires pour obtenir un profil moyen valable.

Par une méthode ou une autre, on recherche à partir du profil en long du tronçon la cote relative moyenne du plafond. Cette cote est reportée au centre du tronçon, soit à la distance $\frac{L}{2}$ des extrémités (L étant la longueur du tronçon).

Par cette cote moyenne, on trace une droite parallèle à la ligne qui joint la cote du plafond à l'origine à celle du plafond à l'extrémité.

On détermine ensuite sur les profils en travers de ce même tronçon, les points correspondants à l'intersection de cette droite avec leur plan ; les profils en travers sont ensuite superposés en faisant coïncider ces points d'intersection et leur verticale. Le profil en travers moyen est déterminé d'après cette superposition.

PAVLOSKI introduit alors la notion de module des résistances :

$$F = \frac{L}{D^2}$$

D étant la débitance du tronçon étudié et L sa longueur.

Il admet comme postulat, que ce module est constant sur un tronçon déterminé et égal à la valeur du module calculé pour la profondeur moyenne au centre du tronçon : soit Z cette profondeur moyenne.

Le problème de la pente superficielle sera résolu par l'application de deux équations :

Première équation : $\Delta' = \frac{Q^2}{2} F$

d'où : $\Delta = \frac{Q^2 L}{D^2}$

avec : Δ = dénivellation sur l'ensemble du tronçon
= iL (i étant la pente moyenne) et

$$\Delta' = \frac{\Delta}{2}$$

Deuxième équation : $\Delta' = f(F)$

pour un tronçon donné F est, d'après le postulat, fonction de Z et par suite, Z est fonction de F , d'où : $Z = f(F)$.

Si l'on prend pour origine des ordonnées l'horizontale passant par la cote Z_m de la surface libre à l'aval du tronçon, on a :

$$Z = \frac{\Delta}{2} = \Delta' \quad \text{et par suite} \quad \Delta' = f(F).$$

La courbe $Z = \frac{\Delta}{2} = f(F)$ est facile à construire pour différentes valeurs de Z lorsqu'on connaît le profil moyen et le coefficient de rugosité du tronçon.

La courbe $\Delta' = \frac{Q^2}{2} F$ est une droite de tangente $\frac{Q^2}{2}$ si l'on prend pour origine de cette droite l'origine des coordonnées.

L'intersection de la courbe $Z = f(F)$ avec la droite $\Delta' = \frac{Q^2}{2} F$,

donne en ordonnée la valeur Δ' que l'on double pour obtenir la nouvelle valeur de Δ ... $Z = f(F)$.

Nous donnons un exemple de l'application de cette méthode (Voir le graphique L4)

Les débits portés par le GOROM LAMPSAR sont les débits successifs et cumulés, nécessaires à l'exploitation des périmètres de DIA BAR, KASSAK NORD et SUD, BOUNDOUN OUEST, TELEL et GRANDE DIGUE, KRANKAYLE, DJEUSS rive gauche et la vallée du LAMPSAR.

Le problème a été simplifié en supposant une uniformité de cotes de submersion pour tous les périmètres à la même date. C'est une solution assez favorable, en conséquence de la différence de la cote maximum de submersion dans les périmètres. Le glissement des périodes culturales peut donner d'autres solutions plus adaptées ; nous ne pouvons pénétrer dans ces détails.

Le graphique L5 donne le résultat des débits cumulés à RONQ, et ceci pour la submersion totale et pour la submersion avec diguettes.

Les emplacements des ouvrages de prise des périmètres le long du GOROM-LAMPSAR sont peu ou prou fixés par la nature. Ces emplacements ne sont cependant pas rigoureux et ces ouvrages peuvent être déplacés. Le problème général d'hydrologie n'en sera pas modifié, ces déplacements ne pouvant être que restreints.

Le périmètre de la vallée du LAMPSAR elle-même a et aura des prises d'eau très fractionnées ; pour la commodité de l'étude elles ont été limitées à cinq (Voir la pièce 167)

Trente profils en travers ont permis de repérer le long du marigot six tronçons de mêmes caractéristiques morphologiques. Ces tronçons sont dans l'ordre d'aval en amont : MAKHANA - N'DIONGO, N'DIONGO, ROSS BETHIO, ROSS BETHIO - KASSAK Grande-Digue, KASSAK Grande-Digue - BOUNDOUN, BOUNDOUN - DIAMBAR, DIAMBAR - RONQ.

Les caractéristiques d'écoulement divisent le premier tronçon en trois, le second et le troisième en deux.

Nous obtenons ainsi 10 tronçons permettant l'emploi de la méthode de PAVLOVSKY.

Cette méthode a été appliquée pour différents régimes d'écoulement du marigot et les résultats traduits en graphique.

Ces résultats sont les profils en long de la ligne d'eau du marigot pour différentes cotes de submersion des périmètres (Voir le graphique L7).

Les régimes d'écoulement n'ont été choisis qu'en fonction de la submersion avec diguettes.

D'une part, elle sera dans le projet final, la seule acceptable, et d'autre part la submersion totale entraînerait un recalibrage des marigots d'une importance incomparable avec l'économie du projet.

Même dans le cas de submersion avec diguettes, il est impossible dans le projet définitif d'arriver à RONQ à un niveau du plan d'eau compatible avec celui que l'on pourra obtenir sur le SENEGAL par l'intermédiaire d'un barrage stabilisateur.

Un recalibrage du GOROM-LAMPSAR est en tout état de cause indispensable.

Ce recalibrage peut être différemment conçu. Pour en étudier les conséquences hydrologiques, nous avons choisi un plan logique de conception basé sur les remarques suivantes :

- a. Le travail en profondeur est toujours délicat dans un delta saturé d'eau ;
- b. L'artère du GOROL-LIMP SAR a un lit majeur parfois assez important.

Ces observations nous ont incité à recalibrer le marigot en développant ce lit majeur.

Notre premier essai fut de fixer la cote du plafond de ce lit majeur artificiel à 0,50.

Après avoir fixé le niveau du plan d'eau admissible à l'aval de ROMQ, soit 2,20, le profil en long correspondant au régime d'écoulement pour la cote de submersion 1,90, a été rectifié pour ne pas dépasser ce niveau.

Les calculs ont ensuite été conduits par tâtonnements :

- a. Recherche du complément de débitance nécessaire pour obtenir dans chaque tronçon la pente superficielle du profil en long rectifié ;
- b. Recherche de la largeur à donner au plafond du lit majeur calé à 0,50 pour assurer ce complément de débitance.

Les largeurs obtenues sont :

0m pour les tronçons 1 à 6 (donc aucune modification)
80m pour le tronçon 7
120m pour le tronçon 8
130m pour le tronçon 9
100m pour le tronçon 10

Les courbes PAVLOVSKY, construites sur les données caractéristiques des nouveaux profils en travers moyens rectifiés, résolvent entièrement le problème pour différents régimes d'écoulement ; les résultats en sont partout satisfaisants.

Le projet de mise en valeur, procédant nécessairement par étapes, nous avons conduit des calculs similaires pour un lit majeur calé à la cote 1,00, soit une solution intermédiaire (Voir les graphiques L5 et L7). Dans ce cas, la submersion à 1,50 et à 1,90 devient impossible.

La forme des courbes PAVLOVSKY suggéra l'idée de garder le plafond à la cote 1 pour les tronçons 7 et 9 et de le porter à 0,50 pour les tronçons 8 et 10.

Les nouveaux profils en long obtenus sont valables, quoique à la limite des possibilités pour le régime d'écoulement correspondant à la cote 1,50 de submersion (Voir le graphique L7).

. Conclusion - Application - Projet DUBOIS

Si nous avons présenté ces différentes solutions, ce n'est pas tant pour résoudre un problème hydrologique que pour montrer le mécanisme de la recherche de diverses solutions.

Les courbes PAVLOVSKY sont, à ce sujet, un excellent outil de travail ; nous espérons que celles que nous avons tracées seront utiles.

Parmi les nombreuses autres solutions pouvant être envisagées et immédiatement résolues par ces mêmes courbes, nous suggérons de dégager les conséquences sur le profil en long d'un ouvrage régulateur à TELEL.

Il est intéressant de remarquer que l'élargissement du lit majeur du marigot à 80, 100, 120, 130m qui paraît à priori un très important travail, sera dans la pratique très abordable. La présence du lit majeur naturel à la cote 1,60 environ, réduit considérablement les terrassements d'une part, et d'autre part une partie de ces mêmes terrassements sont utilisables pour la digue de protection des périmètres, en tout état de cause indispensable.

Les calculs précédents intéressent la mise en valeur de l'ensemble du delta pour différentes cotes de submersion. Le rapport DUBOIS, et par la suite les projets immédiats ne conservent qu'une partie de cette surface et la submersion s'arrête à des niveaux intermédiaires.

Ces niveaux sont 1,20 pour les cuvettes de RONQ à TELEL et, bien qu'il n'en soit pas fait mention, nous supposons 1 pour la vallée du LAMPSAR.

Les périmètres de KRANKAYLE, DJEUSS rive gauche, sont supprimés et la surface exploitée de la vallée du LAMPSAR réduite de 3/5.

Les débits cumulés sont considérablement réduits et passent, pour la cote de submersion 1 à 23 m³/s et pour la cote 1,20 à 30 m³/s.

Les courbes PAVLOVSKY du marigot naturel sans recalibrage donnent de nouveaux profils en long qui répondent aux conditions exigées pour rendre possible cette mise en valeur limitée par la crue naturelle du SENEGAL.

Le rapport DUBOIS est donc valable pour ce qui concerne les périmètres dépendants du GOROM-LAMPSAR.

c. Campagne hydrologique 1964

(Voir graphique L8)

La campagne hydrologique de 1964 confirme les résultats de l'étude théorique, du moins pour les périodes de stabilité d'écoulement et sur les sections où il est possible d'apprécier une pente.

Ces périodes de contrôle se situent entre le 20 et le 30 Octobre et pendant la crue artificielle ; les secteurs intéressants sont entre RONQ et DIAMBAR et BOUNDOUM - KASSAK-Grande Digue.

Nous n'avons pu exploiter que 15 jaugeages répondant aux conditions précédentes.

Pour la partie descriptive, nous joignons un extrait de la synthèse de M. MAURICE qui fut le seul à même de décrire cette campagne depuis son origine et à la source des écoulements, soit l'ouvrage de RONQ.

Nous n'avons rien à noter, sinon la chute brutale des niveaux sur le marigot après la fermeture de RONQ, puis la stabilisation d'un niveau horizontal à partir du 5 Décembre ; tout ceci est parfaitement normal.

Nos propres commentaires de cette campagne sont inclus dans le contexte précédent. Ils sont à l'origine de la direction qu'ont prise les études hydrologiques de cette synthèse.

Il est intéressant de remarquer que dans tous les cas (plan DUBOIS, étape intermédiaire ou submersion définitive), le canal adducteur, représenté par le GOROM-LAMPSAR, aménagé ou pas, travaille à saturation.

Il serait économiquement non viable d'envisager des extensions au périmètre décrit.

En particulier, les périmètres de N'DIAEL-MENGAYE doivent procéder d'une alimentation différente de celle du GOROM-LAMPSAR.

Extrait du rapport de synthèse provisoire de M. MAURICE

" La mise en eau du GOROM

" Dès la chasse du coin calé, vers le 10 Juillet, la mise en eau du GOROM fut abordée et réalisée le 14 Juillet 1964.

" Le matin, le batardeau amont protégeant l'ouvrage de RONQ, dont toutes les vannes étaient levées, fut ouvert, et le fleuve commença à remplir la chambre délimitée par le batardeau aval. Cette manière de procéder avait l'avantage de ne pas mettre l'eau en vitesse à travers l'ouvrage de RONQ, avant que l'équilibre amont-aval ne soit établi.

" La mise en eau entre les deux batardeaux commença vers 11 H 30, ce n'est qu'à 18 H que l'eau commença à franchir le batardeau aval.

" Au cours de la nuit, les batardeaux érodés par l'eau avaient disparu dans l'axe de l'ouvrage

" On s'aperçoit que le niveau de l'eau à l'échelle aval de l'ouvrage, dont le plan d'eau au départ serait situé à - 1,45 (le ravier de l'ouvrage est - 1,37), passait dans la journée du 15 JUILLET à la cote + 0,53.

" A part le petit coup d'arrêt de la crue à DAGANA entre le 15 et 20 JUILLET, la montée du GOROM, toutes vannes ouvertes, entre le 25 JUILLET et le 25 AOUT, passe de 0,66 à 1,66, soit 1,00 m en 30 jours à la cadence moyenne de 3,3 cm/jour environ.

" Au cours de cette période 25 JUILLET - 25 AOUT, la crue passe à DAGANA de 1,22 à 2,80, soit 1,58 m à la cadence de 5,3 cm en 1 jour.

" A partir du 25 AOUT, l'ouverture de la digue de DIAMBAR semble ralentir la montée de l'eau dans le GOROM, qui d'ailleurs se ralentit également dans le fleuve du 25 AOUT au 10 SEPTEMBRE, le GOROM passe de 1,66 à 1,86, soit 20 cm à la vitesse moyenne de un peu moins de 2 cm/jour quand le fleuve passe à DAGANA de 2,80 à 3,15, c'est-à-dire 35 cm dans le même temps.

" Du 6 SEPTEMBRE au 13 OCTOBRE, dates des manoeuvres des ouvrages de RONQ, le GOROM passe de 1,86 à 2,46, soit 0,60 m en 36 jours, soit une montée moyenne de 1 cm/jour.

" Dans le même temps, la crue à DAGANA passe de 3,15 à 4,3, soit 0,88 m à la vitesse moyenne de plus de 2 cm/jour.

" La moyenne journalière de la montée du GOROM entre le 25 JUILLET au 13 OCTOBRE, soit sur 80 jours, ressort à 2,5 cm/jour et celle du SENEGAL sur 80 jours à 3,5 cm/jour.

" Comme les fonds des cuvettes se trouvent aux environs de la cote 0,70 IGN, le début de la mise en eau aurait pu valablement commencer le 10 AOUT, compte tenu des pertes de charge du 10 AOUT au 10 SEPTEMBRE, soit pendant 30 jours, on aurait pu facilement faire monter les plans d'eau dans toutes les rizières commandées par le GOROM de 1,5 cm/jour, soit obtenir une lame d'eau de 45 cm en moyenne.

" A partir du 13 OCTOBRE, nous avons réglé l'ouvrage de RONQ
" pour avoir un plan d'eau sensiblement constant à l'échelle
" aval, soit 2,5 pendant une période s'étendant jusqu'au 2 NO-
" VEMBRE, soit sur 30 jours.

" Les débits maxima demandés transitant par l'ouvrage de RONQ
" n'ont jamais dépassé 30 m³/s.

" Pour obtenir l'abaissement du plan d'eau le 13 OCTOBRE, nous
" avons fermé complètement les 4 vannes latérales, puis ouvert à
" 1,50 m seulement les 4 vannes centrales ; la section moyenne ra-
" monée à 15 m², le débit peut-être estimé à 15 m³/s, compte tenu
" de la différence de niveau Amont - Aval égale à 0,46 m.

" Puis à partir du 2 NOVEMBRE, en accord avec l'ingénieur de la
" SOGREAH, plus spécialement intéressé par le LAMPSAR, nous avons
" déclenché une crue artificielle dans l'ensemble des marigots,
" en ayant soin de tenir ouvert le barrage de MAKHANA.

" Cette crue artificielle a permis de refaire une série de ja-
" geages simultanés à tous les points importants, et de plus de
" lessiver par des chasses la réserve en eau douce de SAINT-LOUIS.

" Cette crue artificielle très sensible entre RONQ et le pont de
" BOUNDOUN est amortie très fortement sur le LAMPSAR, dont le
" plan d'eau n'a varié que de quelques centimètres.

" Dans l'ensemble du GOROM-LAMPSAR, la crue a été calée sur une
" crue de fréquence 60%.

" En effet, il aurait été de très mauvaise politique de lâcher la
" crue naturelle dans le GOROM. Il fallait dès la première année
" de la maîtrise de l'eau, faire comprendre aux cultivateurs, que
" les niveaux cultivables étaient plafonnés, même si la crue
" extérieure du delta était forte.

" Nous avons donc préféré jouer sur la retenue de MAKHANA, qui
" permettra toujours de tendre le plan d'eau dans la vallée du
" LAMPSAR.

" Evidemment, pour avoir de bons résultats, il faudrait rehausser
" le barrage de MAKHANA de 0,50 m et procéder à quelques consoli-
" dations urgentes.

Chapitre VIII

ARTERES PRINCIPALES DU RESEAU DE DRAINAGE

-

1. ARTERE N'DIAEL MENGAYE

Nous avons déjà mentionné à propos du périmètre du KASSAK NORD, qu'il était inutile de prévoir le cas de la submersion totale pour les périmètres EST du delta.

Par ailleurs, la dépression du N'DIAEL n'est salée que dans sa partie basse.

La débitance à assurer en fin de l'artère de drainage serait une cote mal taillée, entre :

$$\frac{17,40 + 50}{\sqrt{0,00002}} = 15.100 \quad \text{et} \quad \frac{17,40 + 100}{\sqrt{0,00002}} = 26.400$$

Il nous est impossible de donner d'autre précision dans l'état actuel de nos connaissances.

Ces débitances sont évidemment très importantes ; il convient cependant de remarquer :

- elles ne sont atteintes qu'au niveau du N'GALAM, marigot par lui-même important ;
- l'artère peut avoir plusieurs branches et profiter de certaines dépressions profondes sur ces branches ;
- la transformation probable des cultures de riz en cultures de maïs ou industrielles dans les parties hautes des périmètres, remplacera le drainage instantané de 1 mois, en drainage continu ; les pointes de drainage de ces parties hautes, prise en considération pour le calcul des débitances, seront supprimées.

2. ARTERE DU DJEUSS

Dans l'étude particulière du DJOUDJ, nous avons fait remarquer que la submersion totale entraînerait un débit de drainage trop conséquent et ne pourrait être envisagée pour le projet final, et que le lessivage des cuvettes salées devrait être activement assuré pendant les étapes intermédiaires.

Le tronçon commun de l'artère de drainage du DJEUSS à l'aval devrait alors avoir comme débitance :

$$\frac{71}{\sqrt{0,000025}} = 12.400.$$

Cette débitance est parfaitement concevable pour le DJEUSS Aval.

La branche droite dans le DJEUSS en amont devra supporter une débitance voisine de 4 000 et la branche gauche d'environ 4 600.

Ces débitances demanderont certes, de gros travaux dans cette partie du DJEUSS, étroite et mal calibrée, elles ne sont cependant pas inacceptables ; encore que des solutions de détails dans des diverticules peuvent répartir et améliorer le système de drainage.

Chapitre IX

INCIDENCE DE LA MISE EN VALEUR DU DELTA RIVE GAUCHE SUR LA RESERVE D'EAU DE SAINT LOUIS

-

Les calculs qui furent à l'origine de la réserve d'eau potable de SAINT-LOUIS ne comprenaient que le troisième secteur du GOROM-LAMPSAR, soit entre BOUNDOUM et MAKHANA et la réserve du DJEUSS décrite précédemment.

Le premier secteur de RONQ à BOUNDOUM n'était considéré que comme canal d'amenée. Le deuxième secteur, celui du KASSAK a été ajouté par suite de la simplicité de l'introduire dans le circuit, mais en dehors des calculs des besoins de la ville.

Dans le futur immédiat, c'est-à-dire avant l'établissement de réseaux de drainage locaux :

- la réserve du DJEUSS reste intacte
- celle du LAMPSAR entre BOUNDOUM et MAKHANA sera à peu près identique à celle de 1964, car l'extension des rizières dans la vallée du LAMPSAR elle-même, semble peu probable et peut-être surveillée.
- la réserve du KASSAK ne sera diminuée que si les KASSAK NORD sont complètement aménagés avec diguettes, ce qui paraît peu probable dans le futur immédiat. Dans le cas contraire, la réserve demeure équivalente ; la cuvette étant encombrée de végétation l'évapotranspiration y prend une valeur similaire à celle des rizières.
- Par contre, on pourra ajouter et considérer comme certaine chaque année, la première réserve du secteur du GOROM de RONQ à BOUNDOUM alors parfaitement protégée et assurée par l'ouvrage de RONQ.

La situation de la réserve de la ville dans le futur immédiat est donc dans son ensemble améliorée et certainement plus sûre.

Dans les étapes intermédiaires, les aménagements successifs des casiers rizicoles et des drainages locaux risquent de diminuer la réserve du KASSAK.

S'il n'y a pas diminution, mais au contraire augmentation de la réserve théorique (DJEUSS + LAMPSAR), il y aura par contre affaiblissement de la réserve pratique (DJEUSS + LAMPSAR + GOROM + KASSAK).

- . La solution la plus facile serait de conduire les paliers d'aménagements successifs de telle sorte que se terminent avec les premiers travaux prévus les digues qui seront nécessaires pour porter l'artère adductrice du GOROM-LAMPSAR à son stade définitif d'aménagement. Le GOROM-LAMPSAR pourra alors se remplir jusqu'au maximum de niveau compatible avec la crue naturelle ; maximum du niveau qui ne peut être actuellement obtenu par suite des risques d'inondations, de rupture des digues fragiles des rizières des vallées et surtout du barrage de MAKHANA qui en tout état de cause, doit être refait ou sérieusement repris et amélioré.

Ce complément de réserve compensera les pertes du KASSAK.

Dans l'étape finale, plus aucun problème ne se posera, la ville de SAINT-LOUIS disposera à quelques kilomètres de la réserve du barrage stabilisateur, dit de SAINT-LOUIS.

CONCLUSION

Le présent rapport de synthèse est imparfait et incomplet :

- . imparfait, par les éléments de connaissances topographiques et hydrologiques, qui ne sont pas assez fournis pour lui assurer une base mathématique rigoureuse ;
- . incomplet, par l'absence presque totale d'autres disciplines scientifiques, telles que l'hydrogéologie ou l'étude de l'évapotranspiration, qui nous auraient permis d'exprimer en quelques formules simples, nombres de phases incertaines.

Il n'en est pas moins vrai, et nous avons lourdement insisté sur cet aspect du problème, que ce rapport ne pouvant se réclamer d'une rigueur scientifique, ne prétend qu'à demeurer exclusivement pratique.

Dans le strict domaine que l'hydrologie dirigée du delta intéresse, nous sommes certains que les erreurs systématiques que nous avons pu commettre n'entraîneront pas de conséquences économiques regrettables.

Le rapport de M. DUBOIS est le premier et le seul qui engagea une mise en valeur du delta.

Nous n'avions pas à discuter ses conclusions agronomiques, mais le bien ou le mal fondé de ses conclusions hydrologiques.

La campagne hydrologique de 1964, menée par la MAS, avec le concours du BCEOM et complétée par la SOGREAH, aurait pu quantitativement apporter des vérifications.

Des incidences de politique agricole ont troublé cette campagne, et de quantitatives, les conclusions sont devenues qualitatives.

La marge de sécurité est cependant telle que, hormis certains aspects locaux de la question, on peut affirmer que les conclusions hydrologiques de M. DUBOIS, si elles ne sont pas scientifiquement exactes, sont du moins pratiquement valables.

Il manquait cependant à ce rapport un élément essentiel, le drainage, et nous avons essayé de montrer qu'il était possible, à défaut de pouvoir le codifier et l'exprimer sur des plans topographiques suffisants pour cet usage.

Il lui manquait également la nouvelle optique de mise en valeur, introduite par les responsables de l'aménagement du SENEGAL et qui serait un ouvrage régulateur du plan d'eau du SENEGAL à l'amont de SAINT-LOUIS.

Il est évident que, si ce projet est économiquement valable, il résoud, non seulement toutes les incertitudes qu'aurait pu soulever l'absence de base scientifique du rapport DUBOIS, mais encore triple les surfaces de cultures possibles, du moins hydrologiquement.

Nous avons donc essayé dans le présent rapport de synthèse et dans les limites des connaissances à notre disposition, de conduire le problème de la situation actuelle à la situation future, tout en laissant aux agronomes, par les dispositions prises, la possibilité de conclure sur les propositions agronomiques du rapport de M. DUBOIS ou d'en envisager d'autres.

oOo

TABLEAUX

FONCTIONNEMENT DES PRINCIPAUX OUVRAGES

F	Périmètres dépendant de l'artère GOROM-LAMPSAR ouvrage de RONQ (existant)
F1	Périmètre des DJEULEUSS
F2	Périmètre de BOUNDOUM Nord
F3	Périmètre du DJOUDJ
F6 ₂	Périmètre des KASSAK Nord et Sud
F6 ₃	Périmètre de TELEL-GRANDE DIGUE
F6 ₄	Périmètre de BOUNDOUM Ouest
F6 ₅	Périmètre de KRANKAYLE
F6 ₆	Périmètre de DJEUSS Rive gauche
L 13	Résultat des principaux jaugeages

TABLEAU F

PERIMETRES DEPENDANTS DE L'ARTERE GORON-LAMPSAR

OUVRAGE DE RONQ (existant)

Cote de submersion	Débit (m ³ /s)	Perte de charge (m)	
		Avec diguettes	Sans diguette.
0,30	8,5	0,00	
0,45	14,20	0,01	
0,50	17,00	0,01	
0,60	21,20	0,02	0,03
0,75	31,30	0,03	0,05
0,80	33,50	0,04	0,05
0,90	37,30	0,04	0,06
1,00	42,30	0,05	0,07
1,10	29,30	0,02	0,09
1,20	36,80	0,03	0,11
1,30	48,30	0,05	0,14
1,50	61,20	0,07	0,18
1,60	34,60	0,02	0,05
1,70	43,50	0,03	0,07
1,90	52,80	0,04	0,07

TABLEAU F1

PERIMETRE DES DJEULEUSS

1. REMPLISSAGE - OUVRAGE DE THIAGAR (existant)

Cote de submersion	Surfaces Submergées (Km ²)	Submersion totale			Submersion avec diguettes (cote 1,50)		
		Volumes cumulés (10 ⁶ m ³)	Débits (m ³ /s)	Cote à l'amont de l'ouvrage	Volumes cumulés (10 ⁶ m ³)	Débits (m ³ /s)	Cote à l'amont de l'ouvrage
1,00	0,7	0,225	0,87	1,00			
1,15	2,8	1,41	1,51	1,19			
1,30	5,0	2,85	1,93	1,34			
1,45	7,6	4,69	2,48	1,50			
1,50	8,4	5,17	2,89	1,56			
1,70	13,2	8,53	4,45	1,79	7,31	3,22	1,75
1,90	18,2	12,88	5,21	1,99	10,43	4,35	1,96

2. ENTRETIEN (Avec ou sans diguettes)

Cote d'exploitation	Volumes cumulés (10 ⁶ m ³)	Moyenne des débits (m ³ /s)	Cote à l'amont de l'ouvrage
1,50	6,82	0,50	1,50
1,70	11,40	0,75	1,71
1,90	17,18	1,45	1,91

3. VIDANGE : Ouvrage à projeter (cote du radier - 0,50) - Vidange pour la cote d'exploitation à 1,50

Cote de Vidange	Sans diguette				Avec diguettes		
	Volumes cumulés (10 ⁶ m ³)	Débits (m ³ /s)	Cote maximum à l'aval	ouverture totale des pertuis (m)	Volumes cumulés (10 ⁶ m ³)	Débits (m ³ /s)	Ouverture totale des pertuis (m)
1,50	6,82	0,93	1,30	0,283			
1,33	6,23	0,77	1,13	0,265			
1,16	5,65	0,61	0,97	0,230			
1,00	5,14	0,35	0,80	0,150			

Vidange pour la cote d'exploitation à 1,70

1,70	11,40	1,36	1,50	0,38	10,18	1,25	0,38
1,47	10,31	1,24	1,27	0,39	10,31		
1,24	9,34	1,05	1,04	0,38	9,34		
1,00	8,48	0,72	0,80	0,31	8,48		

Vidange pour la cote d'exploitation à 1,90

1,90	17,18	3,56	1,70	0,90	14,73	1,45	0,37
1,60	14,29	1,93	1,40	0,564	13,68	0,58	
1,30	13,53	1,02	1,10	0,354	13,53		
1,00	12,42	1,02	0,80	0,437	12,42		

TABLEAU F2

PERIMETRE DE BOUNDOUN NORD

1. REMPLISSAGE - OUVRAGE DE BOUNDOUN NORD (existant)

Cote de submersion	Surfaces submergées (Km ²)	Submersion totale			Submersion avec diguettes (1,30-1,80)		
		Volumes cumulés (10 ⁶ m ³)	Débits (m ³ /s)	Cote à l'amont de l'ouvrage	Volumes cumulés (10 ⁶ m ³)	Débits (m ³ /s)	Cote à l'amont de l'ouvrage
0,79	0						
0,88	2,0	1,03	2,67	0,91			
1,00	6,0	3,16	3,86	1,05			
1,12	11,0	6,40	1,44	1,25			
1,38	29,0	18,32	6,75	1,46	16,48	6,70	1,45
1,50	37,0	25,00	15,78	1,83	20,40	10,22	1,80
1,70	51,0	41,64	19,29	2,19	32,44	11,94	1,84
2,00	71,0	68,73	21,22	2,34	45,73	11,58	2,09

2. ENTRETIEN (Avec ou sans diguettes)

Cote d'exploitation	Volume cumulés (10 ⁶ m ³)	Moyenne des débits (m ³ /s)	Cote à l'amont de l'ouvrage
1,50	33,29	2,25	1,51
1,70	53,74	3,00	1,72
1,90	86,95	4,65	1,94

3. VIDANGE : Ouvrage à projeter (cote du radier = 0,50)

Vidange pour la cote d'exploitation à 1,50

Cote de Vidange	Sans diguette				Avec diguettes		
	Volumes cumulés (10 ⁶ m ³)	Débits (m ³ /s)	Cote maximum à l'aval	ouverture totale des pertuis (m)	Volumes cumulés (10 ⁶ m ³)	Débits (m ³ /s)	Ouverture totale des pertuis (m)
1,50	33,29	6,75	1,30	2,08	28,69	0,68	0,35
1,27	28,49	4,21	1,07	1,49	28,49	2,11	0,75
0,92	23,95	2,67	0,72	1,22	23,95		
0,80	23,26	0,83	0,60	0,46	23,26		

Vidange pour la cote d'exploitation à 1,70

1,70	53,74	12,54	1,50	3,50	44,54	5,30	1,47
1,25	38,71	8,68	1,05	3,10	38,71	6,61	2,37
1,10	36,40	3,86	0,90	1,53	36,40		
0,80	34,00	2,32	0,60	1,17	34,00		

Vidange pour la cote d'exploitation à 1,90

2,00	86,95	22,10	1,80	5,34	63,95	4,46	1,08
1,80	77,89	10,58	1,60	2,80	61,39	4,46	1,18
1,40	60,93	10,68	1,20	3,50	58,63	5,34	1,74
0,80	52,23	5,79	0,60	2,92	52,23		

TABLEAU F3

PERIMETRE DU DJOUDJ

1. REMPLISSAGE : OUVRAGES DE DJOUDJ ET DE CAIMANS(existants)

Cote de submersion	Surfaces submergées (Km2)	Submersion totale				Submersion avec diguettes (0,50,1,00,1,50)			
		Volumes cumulés (10 ⁶ m3)	Débits (m3/s)	Cote à l'amont de l'ouvrage		Volumes cumulés	Débits (m3/s)	Cote à l'amont de l'ouvrage	
				CAIMANS-DJOUDJ				CAIMANS-DJOUDJ	
0	16,00	5,0	14,73	0,13	0,03				
0,27	62,0	34,14	19,84	0,42	0,31				
0,30	66,0	37,62	23,15	0,49	0,36				
0,39	82,0	49,28	30,87	0,70	0,49				
0,52	108,0	71,41	40,51	0,96	0,68	69,29	15,4	0,58	0,52
0,66	132,0	97,46	42,99	1,07	0,82	80,50	19,84	0,75	0,69
0,81	160,0	132,32	49,61	1,27	1,00	99,46	30,87	0,98	0,88
0,95	186,0	167,12	52,08	1,39	1,14	119,42	29,00	1,09	1,01
1,00	193,0	179,82	57,88	1,51	1,23	126,82	28,94	1,13	1,06
1,20	218,0	245,11	66,88	1,77	1,47	153,51	25,46	1,28	1,24
1,50	244,0	333,01	69,45	1,97	1,74	183,51	20,83	1,58	1,52
1,70	260,0	398,63	77,17	2,20	1,97	200,33	27,01	1,76	1,73
1,90	280,0	482,19	87,96	2,46	2,21	235,09	43,98	2,04	1,98
2. ENTRETIEN (Avec ou sans diguettes)									
Cote d'exploitation	Volumes cumulés (10 ⁶ m3)		Moyenne des débits (m3/s)		Cote à l'amont de l'ouvrage				
					CAIMANS	DJOUDJ			
1,00		222,22		9,65	1,01	1,01			
1,20		295,60		13,02	1,22	1,21			
1,50		395,60		16,54	1,53	1,51			
1,70		465,32		17,36	1,73	1,71			
1,90		554,01		18,52	1,93	1,91			

TABLEAU F3 (SUITE)

3. VIDANGE : Ouvrage à projeter - ouvrage calé à (-0,50)

Cote de Vidange	Sans diguette				Avec diguettes		
	Volumes cumulés (10 ⁶ m ³)	Débits (m ³ /s)	Cote maximum à l'aval	Ouverture totale des pertuis(m)	Volumes cumulés (10 ⁶ m ³)	Débits (m ³ /s)	Ouverture Totale des pertuis (m)
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,00							
1,00	222,22	52,90	0,80	21,60	169,22	12,90	5,50
0,64	173,25	37,04	0,44	21,90	157,33	12,90	7,60
6,31	147,70	23,15	0,11	21,00	146,20	16,03	14,50
0,00	131,70	13,89	-0,20	25,80			
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,20							
1,20	295,60	78,70	1,00	29,10	204,00	15,92	5,90
0,80	224,04	61,73	0,60	31,20	191,64	13,50	6,80
0,40	181,94	34,72	6,70	27,60	180,44	18,19	14,30
0	158,94	21,72	-0,20	39,40			
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,50							
1,50	395,60	115,75	1,30	35,80	246,10	16,20	5,00
1,00	295,60	108,03	0,80	46,30	242,60	9,92	4,20
0,50	228,53	28,93	0,30	20,10	224,03	23,15	16,00
0	198,53	10,29	-0,20	13,80			
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,70							
1,70	465,32	131,18	1,50	36,60	267,02	17,36	6,70
1,13	353,29	115,75	0,93	45,50	275,20	9,26	4,50
0,56	259,79	32,40	0,36	21,00	252,11		
0	249,73	8,68	-0,20	16,00			
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,90							
1,90	554,01	169,76	1,70	42,80	306,91	18,00	15,00
1,27	419,78	92,59	1,07	32,60	314,67		
0,94	358,33				311,51		

TABLEAU F6₂

PERIMETRE DE KASSAK NORD ET SUD

1. REMPLISSAGE : ouvrage calé à -0,50 (A prévoir)

Cote de Submersion	Surfaces submergées (km ²)	Submersion totale				(0,80; 1,00, 1,30 et 1,50)		
		Volumes cumulés (10 ⁶ m ³)	Débit nécessaire (m ³ /s)	Ouverture des pertuis (m)	Cote à l'amont de l'ouvrage	Volumes cumulés (10 ⁶ m ³)	Débit (m ³ /s)	Ouverture des pertuis (m)
0,38	2,5	1,0	2,03	1,42	0,58			
0,41	3,2	1,4	2,38	1,62	0,61			
0,53	5,8	2,7	2,39	1,43	0,73			
0,65	8,1	4,4	3,13	1,67	0,85			
0,75	10,5	7,8	4,08	1,97	0,95			
1,01	16,1	12,6	6,90	2,82	1,21	8,80	4,27	1,57
1,10	18,8	14,8	8,43	3,25	1,30			
1,20	22,2	19,4	9,55	3,47	1,40	14,80	6,62	2,16
1,50	32,6	32,5	12,16	3,76	1,70	22,10	5,79	1,61
1,70	42,6	44,0	16,14	4,53	1,90	27,50	8,30	2,10
1,90	61,7	60,0	20,33	5,23	2,10	37,60	13,02	3,02

2. ENTRETIEN (pour mémoire)

3. VIDANGE : Ouvrage calé à -0,50 (à prévoir)

Cote de Vidange	Sans diguette				Avec diguettes		
	Volume cumulé (10 ⁶ m ³)	Débit (m ³ /s)	Cote maximum à l'aval de l'ouvrage	Ouverture des pertuis (m)	Volume cumulé (10 ⁶ m ³)	Débit (m ³ /s)	Ouverture des pertuis (m)
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,20							
1,20	23,6	6,06	1,00	2,24	17,5	1,29	0,72
0,90	18,6	4,41	0,70	2,04	16,7	1,65	1,31
0,48	14,4	2,32	0,28	1,65			
0,23	13,0	0,99	0,03	1,04			
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,50							
1,50	40,2	11,80	1,30	3,65	30,3	2,90	1,24
1,10	30,8	8,58	0,90	3,41	28,0	2,89	1,78
0,50	22,7	4,29	0,50	2,38	27,2	2,08	3,83
0,30	21,2	1,85	0,10	1,71			
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,70							
1,70	54,9	16,95	1,50	4,70	38,5	2,32	0,86
1,23	41,6	12,46	1,03	4,52	36,5	2,32	1,25
0,77	34,2	6,27	0,57	3,26	34,0	5,80	5,66
0,30	31,2	2,67	0,10	2,48			
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,90							
1,90	74,20	21,05	1,70	5,32	51,9	41,14	1,35
1,36	55,20	16,23	1,16	5,43	48,20	3,47	1,68
0,83	45,60	8,20	0,63	4,03			
0,30	41,50	3,56	0,10	3,39			

TABLEAU F6₃

PERIMETRE DE TEHEL - GRANDE DIGUE

1. REMPLISSAGE : ouvrage calé à 0,00 (à prévoir)

Cote de submersion	Surfaces Submergées (km ²)	Submersion totale				Avec diguettes (1,00 et 1,50)		
		Volumes cumulés (10 ⁶ m ³)	Débit nécessaire (m ³ /s)	Ouverture des pertuis (m)	Cote à l'amont de l'ouvrage	Volumes cumulés (10 ⁶ m ³)	Débit (m ³ /s)	Ouverture des pertuis (m)
0,50	1,00	0,31	0,61	0,68	0,70			
0,53	1,60	0,56	2,10	2,20	0,73			
0,64	4,40	2,07	2,44	2,12	0,83			
0,74	6,60	3,47	2,32	1,74	0,94			
0,86	9,60	5,28	3,26	2,10	1,06			
1,02	13,60	8,02	4,82	2,57	1,22	7,76	2,67	1,45
1,20	19,00	13,02	7,96	3,68	1,40	10,52	5,06	2,34
1,50	29,00	25,38	12,10	4,47	1,70	18,88	7,72	2,86
1,70	38,60	38,76	16,40	5,35	1,90	26,46	9,70	3,17
1,90	50,40	53,61	17,36	5,08	2,10	35,51	11,58	3,38

2. ENTRETIEN (pour mémoire)

3. VIDANGE : Ouvrage calé à - 0,50 (à prévoir)

Cote de Vidange	Sans diguette				Avec diguettes		
	Volume cumulé (10 ⁶ m ³)	Débit (m ³ /s)	Cote maximum à l'aval de l'ouvrage	Ouverture des pertuis (m)	Volume cumulé (10 ⁶ m ³)	Débit (m ³ /s)	Ouverture des pertuis (m)
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,20							
1,20	17,21	3,36	1,00	1,43	14,61	1,83	0,68
0,75	12,89	2,11	0,55	1,12	12,89	1,05	0,56
0,50	11,88	0,39	0,30				
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,50							
1,50	32,30	8,27	1,30	2,56	25,80	3,47	1,07
0,90	22,02	4,85	0,70	2,24	27,02	2,32	1,08
0,50	19,91	1,10	0,30	0,77			
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,70							
1,70	47,96	16,40	1,50	4,55	35,66	5,80	1,61
1,30	35,01	9,47	1,10	3,10	31,11	3,47	1,20
0,90	29,38	4,96	0,70	2,30	29,83	3,41	1,53
0,50	27,69	2,32	0,30	1,61			
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,90							
1,90	66,53	24,11	1,70	6,10	48,43	9,70	2,44
1,40	47,09	11,82	1,20	3,90	41,89	4,21	1,37
1,00	40,89	5,79	0,80	2,48	40,89	2,78	1,19
0,50	37,95	3,62	0,30	2,50			

TABLEAU F6₄

PERIMETRE DE BOUNDOUN DJEST

1. REMPLISSAGE : Ouvrage calé à + 0,20 (A prévoir)

Cote de Submersion	Surfaces submergées (km ²)	Submersion totale				Avec diguettes (0,80 et 1,30)		
		Volumes cumulés (10 ⁶ m ³)	Débit nécessaire (m ³ /s)	Ouverture des pertuis (m)	Cote à l'amont de l'ouvrage	Volumes cumulés (10 ⁶ m ³)	Débit (m ³ /s)	Ouverture des pertuis (m)
0,45	0,30	0,12	0,289	0,71	0,65			
0,55	0,70	0,28	0,771	1,35	0,75			
0,66	1,70	1,09	1,380	1,85	0,86			
0,78	3,20	2,26	2,700	2,87	0,98			
0,94	6,80	4,87	3,620	3,03	1,14	4,21	1,93	1,67
1,10	11,20	7,84	6,310	4,33	1,30	6,43	5,80	3,58
1,20	14,00	12,06	8,680	5,35	1,40	10,18	6,62	3,67
1,50	22,20	24,68	11,970	5,68	1,70	17,71	6,95	2,97
1,70	28,30	36,48	15,140	6,24	1,90	24,89	9,09	3,37
1,90	33,00	49,85	16,30	5,95	2,10	33,64	11,60	3,80

2. ENTRETIEN (pour mémoire)

3. VIDANGE : Ouvrage calé à - 0,5 (A prévoir)

Cote de Vidange	Sans diguette				Avec diguettes		
	Volume cumulé (10 ⁶ m ³)	Débit (m ³ /s)	Cote maximum à l'aval de l'ouvrage	Ouverture des pertuis (m)	Volume cumulé (10 ⁶ m ³)	Débit (m ³ /s)	Ouverture des pertuis (m)
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,20							
1,20	16,23	6,95	1,00	2,57	14,35	5,80	2,14
0,75	7,91	5,26	0,55	2,78	7,91	5,06	2,67
0,45	7,23	5,48	0,25	4,06			
0,30	4,21						
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,50							
1,50	32,09	8,27	1,30	2,55	25,12	1,93	0,60
1,10	25,39	6,09	0,90	2,42	23,98	1,93	0,77
0,70	21,60	2,52	0,50	1,40	21,60	1,54	0,86
0,30	21,18	0,27	0,10	0,38			
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,70							
1,70	46,42	18,00	1,50	5,00	34,83	5,27	1,47
1,20	32,72	8,27	1,00	2,55	30,90	3,56	1,32
0,70	28,22	2,72	0,50	1,52	25,90	1,45	0,81
0,20	27,70	0,30	0,00	0,33			
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,90							
1,90	61,72	24,02	1,70	6,37	45,51	9,26	2,33
1,17	39,20	12,86	0,87	4,27	37,46	5,80	2,19
0,64	34,90	2,89	0,44	1,72	34,90	1,83	1,08
0,11	34,55	0,17	-0,09	0,23			

TABLEAU F6₅

PERIMETRE DE KRANKAYLE

1. REMPLISSAGE : ouvrage de prise calé à 0,00 (à prévoir)

Cote de submersion	Surfaces submergées (km ²)	Submersion totale				Avec diguettes (0,50 et 1,00)		
		Volumes cumulés (10 ⁶ m ³)	Débit nécessaire (m ³ /s)	Ouverture des pertuis (m)	Cote à l'amont de l'ouvrage	Volumes cumulés (10 ⁶ m ³)	Débit (m ³ /s)	Ouverture des pertuis (m)
0	0							
0,08	0							
0,15	0,05	0,02			0,35			
0,27	0,10	0,04			0,47			
0,39	0,20	0,12	0,102		0,59			
0,55	0,60	0,29	0,891	0,900	0,75	0,27		
0,69	2,00	1,02	1,450	1,160	0,89	0,93	0,93	0,75
0,85	4,20	2,27	2,17	1,42	1,05	2,10	2,10	1,37
1,00	6,95	4,04	4,09	2,27	1,20	3,79	3,31	1,84
1,20	14,40	9,00	6,95	3,22	1,40	7,35	5,45	2,52
1,30	20,00	12,80	12,41	5,30	1,50	10,45	10,53	4,50
1,50	38,63	26,35	17,37	6,43	1,70	22,60	15,05	5,57

2. ENTRETIEN (pour mémoire)

3. VIDANGE : Ouvrage calé à - 0,50 (à prévoir)

Cote de Vidange	Sans diguettes				Avec diguettes		
	Volume cumulé (10 ⁶ m ³)	Débit (m ³ /s)	Cote maximum à l'aval de l'ouvrage	Ouverture des pertuis (m)	Volume cumulé (10 ⁶ m ³)	Débit (m ³ /s)	Ouverture des pertuis (m)
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,00							
1,00	5,69	1,78	0,80	0,76	5,44	1,54	0,66
0,60	4,43	0,97	0,40	0,60	4,36	1,29	0,64
0,43	4,33		0,03		4,33		
0,10	4,27		-0,10				
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,20							
1,20	12,60	4,96	1,00	1,84	10,95	1,54	0,57
1,00	10,70	2,90	0,80	1,24	10,45	1,45	0,62
0,60	9,43	1,00	0,40	0,50	9,38	0,89	0,55
0,20	9,34						
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,30							
1,30	17,93	5,40	1,10	1,87	15,58	1,34	0,46
0,86	13,70	3,16	0,66	1,51	13,52	1,65	0,79
0,65	13,18	0,77	0,45	0,45	13,10	0,97	0,57
0,22	12,93		0,02				
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,50							
1,50	39,37	13,02	1,30	4,02	35,62	11,60	3,58
1,25	34,06	8,10	1,05	2,90	32,06	4,96	1,77
0,75	30,21	3,16	0,55	1,67	30,08	1,54	0,81
0,50	29,81		0,30				

TABLEAU F6₆

PERIMETRE DE DJEUSS R. G.

1. REMPLISSAGE : ouvrage de prise calé à 0,00 (A prévoir)

Cote de Submersion	Surfaces submergées (km ²)	Submersion totale				Avec diguettes (0,50 et 1,00)		
		Volumes cumulés (10 ⁶ m ³)	Débit nécessaire (m ³ /s)	Ouverture des pertuis (m)	Cote à l'amont de l'ouvrage	Volumes cumulés (10 ⁶ m ³)	Débit (m ³ /s)	Ouverture des pertuis (m)
0								
0,08	0,05	0,02						
0,15	0,10	0,03			0,35			
0,27	0,30	0,12	0,18	0,37	0,47			
0,39	0,70	0,28	0,80	1,14	0,59			
0,55	2,80	1,43	2,24	2,27	0,75	1,34	2,04	2,06
0,69	6,10	3,33	3,86	3,11	0,89	2,99	3,80	3,06
0,85	11,30	6,49	4,96	3,25	1,05	5,86	4,34	2,84
1,00	15,70	10,01	5,79	3,22	1,20	9,11	3,86	2,14
1,20	20,00	15,93	7,24	3,35	1,40	11,89	3,62	1,67
1,30	22,10	19,35	9,26	3,96	1,50	13,74	6,13	2,62
1,50	30,60	29,04	11,58	4,30	1,70	20,29	8,30	3,08

2. ENTRETIEN (pour mémoire)

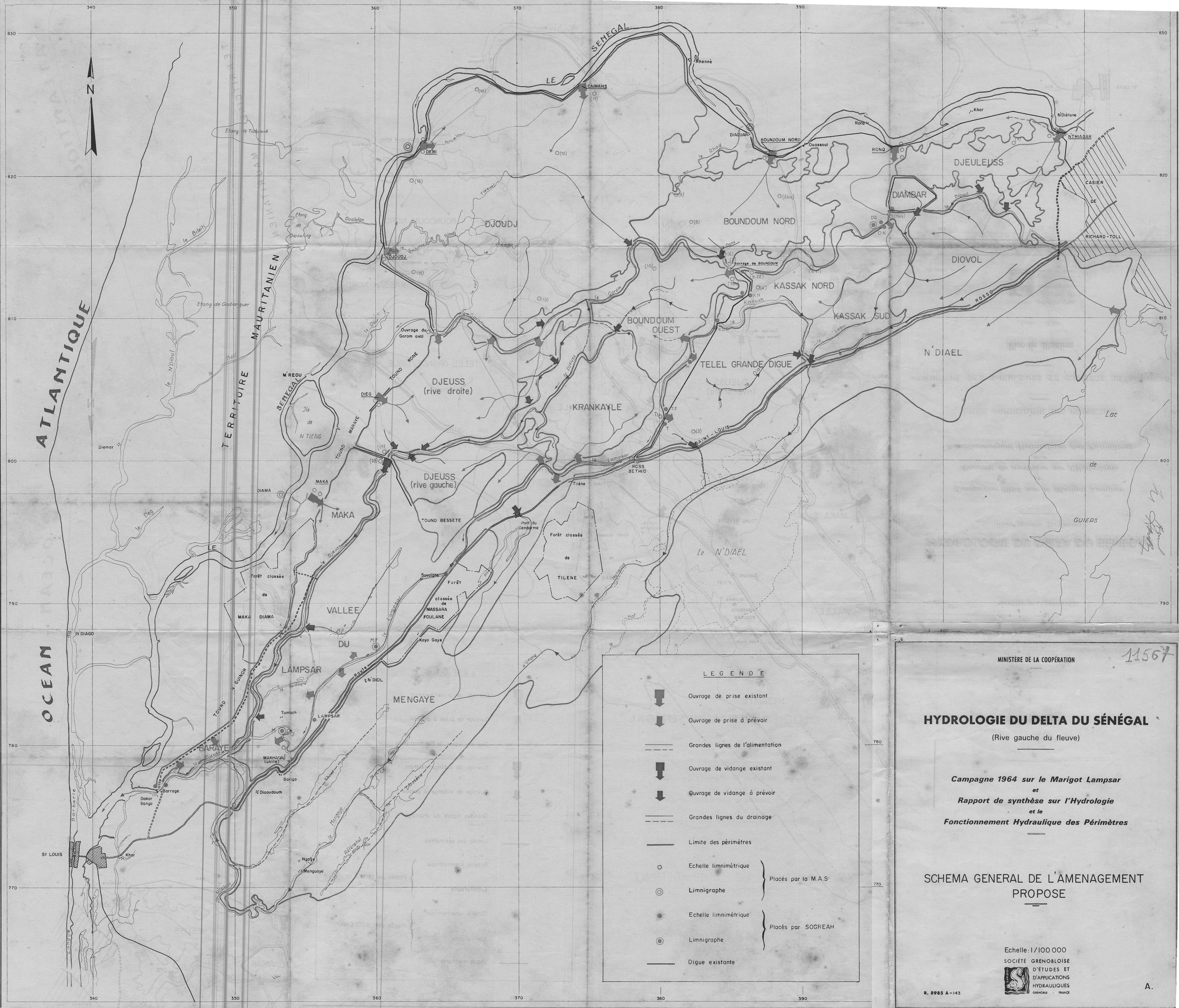
3. VIDANGE : Ouvrage calé à - 0,50 (A prévoir).

Cote de Vidange	Sans diguette				Avec diguettes		
	Volume cumulé (10 ⁶ m ³)	Débit (m ³ /s)	Cote maximum à l'aval de l'ouvrage	Ouverture des pertuis (m)	Volume cumulé (10 ⁶ m ³)	Débit (m ³ /s)	Ouverture des pertuis (m)
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,00							
1,00	13,75	4,34	0,80	1,85	12,85	3,31	1,42
0,60	10,52	2,89	6,40	1,78	10,34	1,93	1,19
6,43	9,99	0,68	0,23	0,52	9,99		
0,10	9,84	0,15	-0,10				
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,20							
1,20	20,93	8,27	1,00	3,07	16,89	7,72	2,86
1,00	17,63	5,79	0,80	2,48	16,73	1,05	0,45
0,60	14,40	2,78	0,40	1,73	14,22	0,97	
0,40	13,78	0,33	0,20		13,78		
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,30							
1,30	25,02	10,45	1,10	3,63	19,41	1,36	0,48
0,86	18,08	5,45	0,66	2,85	17,43	1,78	0,55
0,65	16,62	2,32	0,45	1,36	16,62	1,16	
0,22	15,62	0,83	0,02				
Vidange pour la cote d'exploitation à 1,50							
1,50	36,87	15,05	1,30	4,65	28,12	5,19	1,78
1,25	30,87	10,89	1,05	5,68	26,04	2,48	0,89
0,75	24,01	5,79	0,55	3,08	23,56	0,83	
0,50	22,68	1,78	0,30		22,68		

TABLEAU L 13

ETUDE PARTICULIERE DU GOROM - LANPSAR
PRINCIPAUX JAUGEAGES

	Emplacement	Date	Cotes aux Echelles (en I.G.N.)			Débit (m ³ /s)
			Principale	Amont	Aval	
1	RONQ ouvrage	6- 8-64		0,94	0,95	12,10
2	DIAMBAR Amont Brèche	24- 9-64	1,60			20,40
3	Borne 21	26- 9-64	0,56			20,60
4	BOUNDUM	26- 9-64			1,97	19,79
5	Grande Digue	26- 9-64	2,33			10,40
6	BOUNDUM	5-10-64	2,09	2,14	2,09	11,90
7	BOUNDUM Brèche	5-10-64	1,74			2,29
8	BOUNDUM	10-10-64	2,09			21,78
9	BOUNDUM Brèche	10-10-64	1,78			5,32
10	Amont marigot DONQ	10-10-64	1,66			27,04
11	BOUNDUM	23-10-64	2,10	2,10	1,97	19,02
12	BOUNDUM	3-11-64		2,23	2,18	22,48
13	BOUNDUM	4-11-64		2,25	2,19	10,98
14	Barrage KASSAK Grande Digue	4-11-64		2,50		25,72
15	MASSARAFOULANE	7-11-64		1,61		23,80
16	Barrage DIAOUDUM	7-11-64	1,47	1,47	0,20	17,82
17	BOUNDUM Nord	9-11-64		2,74	2,28	5,00
18	Barrage MAKHANA	10-11-64		1,58	1,59	8,86
19	TELEL	10-11-64		1,62		30,46
20	BOUNDUM	12-11-64		2,27	2,20	15,50
21	Amont marigot DONQ	12-11-64	1,75			17,64
22	BOUNDUM	13-11-64		2,26	2,20	28,24
23	Marigot de DONQ Brèche	13-11-64	1,80			4,48
24	BOUNDUM	28-11-64	1,92	1,97	1,92	10,38
25	Pont du Gendarme	30-11-64	2,15			2,60
26	Ouvrage de DIEG	18-12-64		1,15	1,00	1,30
27	DJOU DJ ouvrage	24-12-64				21,30



LEGENDE

	Ouvrage de prise existant
	Ouvrage de prise à prévoir
	Grandes lignes de l'alimentation
	Ouvrage de vidange existant
	Ouvrage de vidange à prévoir
	Grandes lignes du drainage
	Limite des périmètres
	Echelle limnimétrique
	Limnigraph
	Echelle limnimétrique
	Limnigraph
	Digue existante

Placés par la M.A.S.

Placés par SOGREAH

MINISTÈRE DE LA COOPÉRATION

11567

HYDROLOGIE DU DELTA DU SÉNÉGAL

(Rive gauche du fleuve)

Campagne 1964 sur le Marigot Lampsar
et
Rapport de synthèse sur l'Hydrologie
et le
Fonctionnement Hydraulique des Périmètres

SCHEMA GENERAL DE L'AMENAGEMENT PROPOSE

Echelle: 1/100 000

SOCIÉTÉ GRENOBLOISE
D'ÉTUDES ET
D'APPLICATIONS
HYDRAULIQUES
GRENOBLE - FRANCE

A.

R. 8985 A-143